BIBLIOTHÈQUE DES CONNAISSANCES UTILES

L. VIGNON

LA SOIE

PARIS

J.-B BAILLIÈRE ET FILS

BIBLIOTHÈQUE SCIENTIFIQUE CONTEMPORAINE

NOUVELLE COLLECTION DE VOLUMES IN-16

COMPRENANT 300 A 400 PAGES, IMPRIMÉS EN CARACTÈRES ELZÉVIRIENS

Et illustrés de figures intercalees dans le texte.

Prix de chaque volume : **3 fr. 50**

70 VOLUMES SONT EN VENTE :

ASTRONOMIE ET MÉTÉOROLOGIE

Phénomènes électriques de l'atmosphère, par G. PLANTÉ. 1 vol. in-16, avec 45 figures........................ 3 fr. 50

La prévision du temps et les prédictions météorologiques, par G. DALLET. 1 vol. in-16, avec 30 figures........ 3 fr. 50

Les merveilles du ciel, par G. DALLET. 1 vol. in-16, avec 60 figures .... 3 fr. 50

PHYSIQUE

... 3 fr. 50

ART MILITAIRE

L'artillerie actuelle, canons, fusils, poudres et projectiles, par le colonel GUN. 1 vol. in-16, avec fig............ 3 fr. 50

L'électricité appliquée à l'art militaire, par le colonel GUN. 1 vol. in-16, avec figures........................ 3 fr. 50

INDUSTRIE

La photographie et ses applications aux sciences, aux arts et à l'industrie, par J. LEFÈVRE. 1 volume in-16, avec 93 figures et 4 photographies................................ 3 fr. 50

ENVOI FRANCO CONTRE UN MANDAT POSTAL.

ZOOLOGIE

Les industries des animaux, par Fréd. Houssay, maître de conférences à l'École normale. 1 volume in-16, avec 50 fig. .... 3 fr. 50

La lutte pour l'existence chez les animaux marins, par Léon Frédéricq, de Liège. 1 vol. in-16, avec 50 fig. 3 fr. 50

Le transformisme, par Edmond Perier, professeur au Muséum. 1 vol. in-16, avec 87 fig. .... 3 fr. 50

Les végétaux et les animaux lumineux, par H. Gadeau de Kerville. 1 vol. in-16, avec 50 figures.... 3 fr. 50

Les sens chez les animaux inférieurs, par E. Jordan, professeur à la Faculté de Marseille. 1 volume in-16, avec 50 fig. .... 3 fr. 50

Les sciences naturelles et les problèmes qu'elles font surgir, par Th. Huxley, de la Société royale de Londres. 1 vol. in-16. .... 3 fr. 50

Sous les mers. Campagnes d'explorations sous-marines, par le marquis de Folin. 1 vol. in-16, avec 44 figures.... 3 fr. 50

Les parasites de l'homme, par R.-L. Moniez, professeur à la Faculté de Lille. 1 vol. in-16, avec figures........ 3 fr. 50

La vie des oiseaux, scènes d'après nature, par le baron d'Hamonville. 1 vol. in-16, avec 20 planches........ 3 fr. 50

PHYSIOLOGIE

La science expérimentale, par Claude Bernard, de l'Institut. 1 vol. in-16, avec 19 figures........ 3 fr. 50

Magnétisme et hypnotisme, par le Dr A. Cullerre. 1 vol. in-16, avec 28 figures........ 3 fr. 50

Hypnotisme, double conscience et altérations de la personnalité, par le Dr Azam, de Bordeaux. 1 v. in-16, avec figures .... 3 fr. 50

Les variations de la personnalité, par Bourru et Burot, professeurs à l'École de Rochefort. 1 vol. in-16, avec 15 fig. .... 3 fr. 50

La suggestion mentale et l'action à distance des substances toxiques et médicamenteuses, par Bourru et Burot. 1 vol. in-16, avec 10 figures........ 3 fr. 50

Le somnambulisme provoqué, par H. Beaunis, professeur à la Faculté de Nancy. 1 vol. in-16, avec figures 3 fr. 50

L'Évolution du système nerveux, par H. Beaunis. 1 vol. in-16, avec 100 figures .... 3 fr. 50

Le cerveau et l'activité cérébrale, par Al. Herzen, professeur à l'Académie de Lausanne. 1 vol. in-16.... 3 fr. 50

Le monde des rêves, par le Dr P. Max Simon, médecin des aliénés de Bron. 1 vol. in-16........ 3 fr. 50

La vie et ses attributs, par E. Bouchut, professeur agrégé à la Faculté de Paris. 1 vol. in-16........ 3 fr. 50

Le génie, la raison et la folie, le démon de Socrate, par L.-F. Lelut, membre de l'Institut. 1 vol. in-16..... 3 fr. 50

BIBLIOTHÈQUE DES CONNAISSANCES UTILES

LA SOIE

AU POINT DE VUE

SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIEL

LYON. — IMPRIMERIE PITRAT AINÉ, 4, RUE GENTIL.

LÉO VIGNON

MAITRE DE CONFÉRENCES A LA FACULTÉ DES SCIENCES
SOUS-DIRECTEUR DE L'ÉCOLE DE CHIMIE INDUSTRIELLE DE LYON

LA SOIE

AU POINT DE VUE

SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIEL

Avec 81 figures intercalées dans le texte

LE VER A SOIE

La Sériciculture. — Le Dévidage des Cocons.

LA SOIE

Le Moulinage. — Étude physique et chimique.

LES SOIERIES

Le Tissage. — La Teinture.

DOCUMENTS STATISTIQUES.

PARIS

LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS

Rue Hautefeuille, 19, près du boulevard Saint-Germain.

1890

LA SOIE

AU POINT DE VUE

SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIEL

DIVISION DU SUJET

Il n'est point exagéré de dire que presque toutes les branches des connaissances humaines sont mises à contribution par le travail de la soie. Si l'étude de ce merveilleux textile doit commencer par celle de son origine, c'est-à-dire par le ver à soie et le mûrier, elle doit être logiquement poursuivie jusqu'à ses dernières applications, les différentes étoffes de soies teintes et apprêtées. Or, dans une pareille revue, quels éléments doivent se rencontrer ? Quels efforts est-on amené à décrire ?

Nous verrons d'abord la science agricole cultiver le mûrier, puis élever le ver à soie pour produire le cocon et assurer en même temps la reproduction du ver.

L'industrie, intervenant ensuite, transforme ce cocon en fil, le revêt de brillantes nuances, puis le tisse en étoffes admirables en s'aidant des ressources de l'art le plus raffiné pour la disposition des lignes et des couleurs. Le commerce enfin, utilisant ses combinaisons techniques les plus ingénieuses, étend son action sur l'ensemble des pays habités pour approvisionner de matières premières l'industrie des soieries et assurer l'écoulement de ses produits.

Mais à cette accumulation d'efforts, la science pure apporte

aussi son indispensable contingent. Tour à tour la Botanique, la Zoologie, la Mécanique, la Physique et la Chimie viennent perfectionner et étendre sans cesse les procédés et les méthodes de l'Agriculture et de l'Industrie. De cette union est née une des plus brillantes manifestations, un des plus beaux monuments de l'activité humaine.

Vieille de près quarante-six siècles, l'industrie de la soie, a atteint de nos jours le plus grand développement, le degré de perfectionnement le plus haut qu'elle ait jamais occupé; nous nous efforcerons de décrire dans cet ouvrage les éléments qui la composent.

L'étendue du sujet, la variété de ses différentes parties ne comportent, dans le cadre de ce livre, ni études approfondies, ni descriptions détaillées. On peut penser, néanmoins, que le rapprochement des différentes branches du travail de la soie, même sommairement étudiées, est capable de présenter quelque intérêt. Les divisions adoptées prouveront au lecteur qu'aucun point important n'a été omis.

L'introduction traitera du *cocon* et de son origine.

La première partie sera consacrée aux fils de soie, désignés en technologie sous le nom de *soies*.

Les *soieries* ou étoffes renfermant de la soie formeront la matière de la deuxième partie.

Enfin, nous grouperons dans la dernière partie de ce livre, les *documents statistiques* relatifs à la production des cocons, des soies et des soieries dans les divers pays.

INTRODUCTION

L'ŒUF, LE VER A SOIE ET LE COCON

I. GÉNÉRALITÉS

La plupart des chenilles possèdent des organes producteurs de soie, mais un très petit nombre d'espèces sécrètent en quantité suffisante le précieux textile. Ces dernières appartiennent toutes au genre *Bombyx* de Linné, et parmi celles-là le *Bombyx mori* ou ver à soie du mûrier est, par excellence, le meilleur producteur de soie.

Le *Bombyx mori*, pendant sa courte existence, revêt un certain nombre de formes que nous étudierons tour à tour.

Issu d'un œuf appelé communément graine, qui a été pondu par le papillon, transformation ultime du ver, le *ver à soie* grossit rapidement en se nourrissant de feuilles de mûrier.

Au bout d'une trentaine de jours, il se construit, avec le fil de soie qu'il sécrète, une sorte de nid appelé *cocon*, de forme ovoïde, complètement clos, au sein duquel il s'enferme.

En cet état, il éprouve deux transformations successives :

De larve qu'il était, il devient *chrysalide* et enfin *papillon.* Puis, sous cette dernière forme, il perce la paroi du cocon et s'échappe de la prison qu'il avait tissée. Parvenues à l'état adulte, et après accouplement, les femelles pondent des œufs qui donnent naissance à leur tour, par leur éclosion, à une nouvelle génération de chenilles.

On donne le nom de *sériciculture* à l'art d'élever le ver à soie en vue de la production du textile qu'il sécrète, et de cultiver le mûrier, son indispensable nourriture. La sériciculture est d'origine fort ancienne. C'est en Chine qu'elle a pris naissance. D'après M. E. Maillot, les Chinois attribuent l'invention de la sériciculture à Siling-Chi, femme de l'empereur Hoang-ti (2697 ans av. J.-C), le premier souverain dont les Chinois aient gardé le souvenir.

Pendant de longues années, la culture du mûrier, l'élevage du ver à soie, constituent en Chine une sorte d'art sacré, à l'étude duquel doivent se consacrer les impératrices. Durant plusieurs siècles, la soie et les étoffes de soie sont employées à payer les impôts ; dans les transactions, elles tiennent lieu de monnaie. Des lois cruelles sauvegardent comme un trésor précieux l'industrie de la soie et prohibent la divulgation de ses secrets.

Pourtant, vers les premiers siècles de notre ère, la sériciculture fait son apparition au Japon ; elle s'étend peu à peu sur les plateaux de l'Asie centrale et penètre jusqu'à la mer Caspienne. Les Chinois avaient monopolisé l'industrie de la soie pendant plus de trois mille ans.

Au VIe siècle, la sériciculture était pratiquée dans une région voisine de la Perse, appelée *Sérinde.* En l'an 552, deux moines rapportèrent de ce pays, à Constantinople, des œufs de vers à soie qu'ils firent éclore, et qu'ils nourrirent des feuilles du mûrier noir existant alors dans la contrée.

Mais cette tentative fut lente à produire des résultats. Vers le VIIIe siècle seulement, les Arabes s'assimilèrent l'industrie nouvelle : ils la propagèrent peu à peu dans

toute l'étendue de leur immense empire, depuis le Caucase jusqu'en Espagne, en passant par les côtes d'Afrique et la Sicile.

Puis la sériciculture fait son apparition en Macédoine et en Grèce ; elle se montre en Italie vers le XIIe siècle, s'y développe lentement, et ce n'est que vers le XVe siècle que nous la trouvons installée à Brescia, à Milan et à Venise. A la fin du XVIIIe siècle, la sériciculture italienne a conquis tout son éclat.

En France, le mûrier et le ver à soie sont mentionnés dès le XIIIe siècle ; la sériciculture ne prend toutefois une certaine importance que sous Henri IV avec Olivier de Serres et Laffemas. Mais c'est seulement depuis une centaine d'années que la sériciculture française a marché à pas de géant.

Sous Louis XIV, la production annuelle des cocons de soie atteignait 100.000 kilogrammes ; elle était, en 1788, de 6.000.000 de kilogrammes ; en 1853, elle s'est élevée jusqu'à 26.000.000 de kilogrammes.

Nous ne pouvons énumérer à cette place tous les pays qui se sont assimilé peu à peu l'élevage des vers à soie ; nous donnerons, dans la troisième partie de ce livre, les renseignements, statistiques, concernant la production des cocons dans le monde entier. Qu'il nous suffise de dire ici, que la sériciculture s'est étendue, de nos jours, dans presque tous les pays habités, limitée seulement par les conditions climatériques et l'état de civilisation qui lui sont indispensables.

Dans quelques contrées, on a utilisé pour la production de la soie, d'autres chenilles que le *Bombyx mori*. C'est ainsi que certaines espèces, appelées vers à soie sauvages, parce qu'elles n'ont pas été domestiquées comme le ver à soie du mûrier, sont élevées dans l'Inde, la Chine et le Japon. Les plus connues se nourrissent du chêne *(Bombyx yama-maï, B. Pernyi)*. D'autres vivent sur le jujubier *(B. mylitta)*,

sur l'ailante *(B. cynthia)*, le prunier *(B. cecropia)*, le ricin *(B. arrindia)*.

L'étude de ces races ne peut entrer dans le cadre de cet ouvrage. Aussi, nous bornerons-nous à décrire dans les chapitres qui composent cette introduction, les différentes phases du développement du *Bombyx mori* ou ver à soie du mûrier ; de tous les *Bombyx* c'est de beaucoup le plus répandu, le plus utile, le plus avantageux à élever.

Son éducation est relativement facile ; elle est entreprise industriellement avec succès. Les cocons qu'il fournit se dévident aisément, et la soie qu'on en retire est une des plus belles qui puisse être obtenue.

L'espèce même du *Bombyx mori* comprend un certain nombre de races. Quelques-unes d'entre elles, appelées *polyvoltines*, produisent plusieurs générations par an. Leurs cocons sont petits et grossiers. On ne rencontre en Europe que des races dites *annuelles ;* ces espèces ne se reproduisent qu'une fois par an ; leurs cocons sont d'une qualité bien supérieure à celles des polyvoltines.

Il faut distinguer encore, parmi les races annuelles, celles dont les vers subissent quatre mues de celles qui n'en subissent que trois. Nous avons omis de dire, qu'avant de faire son cocon le ver à soie du mûrier se dépouille à plusieurs reprises de son enveloppe. Ces transformations, qui sont la conséquence de son rapide grossissement portent le nom de *mues*. Les races à quatre mues sont de beaucoup les plus répandues en France.

Mais les divisions que nous venons d'indiquer ne sont pas les seules qu'on puisse établir entre les innombrables variétés du *Bombyx mori*. Les races à quatre mues en effet se divisent encore en genres qui se différencient par la couleur de la peau des vers, par la forme, la coloration et la grosseur des cocons. Ces différentes variétés, croisées entre elles, plus ou moins modifiées par les milieux où elles vivent et se reproduisent, en ont engendré un nombre si

considérable qu'il est impossible de les classer. Elles présentent entre elles, du reste, de faibles différences, parmi lesquelles nous ne relèverons que la couleur des cocons; ceux-ci sont jaunes, verts ou blancs suivant l'espèce qui les a engendrés.

Nous choisirons comme type les variétés françaises les plus estimées : on les rencontre surtout dans les Cévennes; leurs cocons sont jaunes, de dimensions moyennes. Ils sont produits, ainsi que nous l'avons expliqué, par des vers appartenant à l'espèce *Bombyx mori*, se reproduisant annuellement et subissant quatre mues avant de faire leur cocon.

II. L'ŒUF

Les œufs pondus par la femelle du *Bombyx* du mûrier sont appelés communément *graines* de ver à soie.

Quand il est récent, l'œuf se compose d'une coque solide, mince, translucide, revêtue extérieurement d'un vernis gommeux qui le fait adhérer aux objets avec lesquels il est en contact. La surface interne de la coque est tapissée d'une membrane continue très mince, appelée membrane vitelline, qui est remplie d'une masse semi-fluide; à l'examen microscopique, le contenu de la coque se montre formé d'un liquide appelé vitellus, baignant de grandes cellules sphériques à un ou plusieurs noyaux. C'est par le développement de ces cellules, se multipliant aux dépens du vitellus que s'organise l'embryon.

Extérieurement les œufs sont ovales, légèrement aplatis; leur diamètre, variable avec les races, est d'un millimètre environ. Leur poids spécifique un peu supérieur à celui de l'eau, est d'après Haberlandt voisin de 1,08. Suivant les espèces il faut au moins 1200, et au plus 2000 œufs pour parfaire le poids d'un gramme.

Jaune clair après la ponte, les œufs deviennent, au bout de cinq ou six jours, gris cendré ou jaune terreux.

D'après M. Péligot, 100 grammes d'œufs soumis à la calcination ont laissé 1gr,285 de cendres renfermant :

Acide phosphorique.	53,8	pour 100
Potasse.	29,5	—
Magnésie..	10,3	—
Chaux..	6,4	—

Cette composition se rapproche beaucoup de celle des cendres de grains de blé.

Pour les races annuelles, il s'écoule environ dix mois entre la ponte des œufs et leur éclosion. Pendant ce temps la graine subit des modifications extrêmement curieuses. Indépendamment des changements de coloration qui ont été déjà signalés elle absorbe l'oxygène de l'air, en même temps qu'elle exhale de l'eau et de l'acide carbonique : elle est le siège d'une véritable respiration. Son poids diminue en outre continuellement. Ces deux phénomènes se manifestent avec des intensités différentes, aux dernières périodes de ce qu'on pouvait appeler la vie de la graine; on constate en effet les pertes de poids suivantes :

Pendant le 1er mois après la ponte.	2	pour 100 du poids	primitif
— 2e — —	1	—	—
— les 6 mois suivants (hiver).	1	—	—
— le 10e mois, (incubation).	9	—	—
Total.. . .	13	—	—

D'autre part, M. Duclaux ayant introduit 1 gramme de graines dans une série de flacons de 16 centimètres cubes, a analysé l'air de ces flacons au bout d'intervalles de temps variables : il a obtenu ainsi une série de nombres fort intéressants, que nous reproduisons :

AGE DE LA GRAINE	TEMPS DE LA RESPIRATION	DEGRÉ DE TEMPÉRATURE	ACIDE CARBONIQUE PRODUIT	OXYGÈNE RESTANT
1 jour	1	21	5,17	12,71
2 jours	1	21	12,46	8,08
3 —	1	20,5	9,65	11,03
4 —	1	20	4,50	15,91
6 —	1	21	2,14	17,14
7 —	2	21	4,22	15,84
13 —	2	21	4,25	15,60
23 —	2	20	2,56	16,49
1 mois	2	21	1,78	17,14
2 —	6	20	5,07	13,04
3 —	6	16	4,17	13,20
5 —	10	11	1,46	15,22
7 —	20	7	7,41	8,15
9 —	7	8	6,59	10,76
Veille de l'éclosion.	1	28	17,70	»

L'activité respiratoire de la graine, c'est-à-dire le temps qui lui est nécessaire pour absorber un poids donné d'oxygène se déduit de ces chiffres. En prenant celui du mois de janvier pour unité M. Duclaux a dressé le tableau suivant :

Age de la graine, 1 jour	Activité respiratoire, 13,8
— — 2 jours	— — 26
— — 3 —	— — 19
— — 4 —	— — 8,9
— — 6 —	— — 7
— — 7 —	— — 4,5
— — 13 —	— — 4,7
— — 23 —	— — 3,8
— — 1 mois	— — 3,2
— — 2 —	— — 2,3
— — 5 1/2 —	— — 1
— — 7 —	— — 1,4
— — 9 —	— — 2,9
Veille de l'éclosion. . .	— — 48
Lendemain.	— — 300 (?)

L'étude des détails que nous venons de donner sur la constitution de l'œuf, sur ses propriétés, a permis de fixer les règles qui doivent présider à sa conservation. Elles feront l'objet du paragraphe suivant.

Conservation de l'œuf. — Les observations nombreuses qui ont été faites sur l'évolution de la graine de ver à soie ont prouvé qu'elle comporte, dans la très grande majorité des cas, trois périodes parfaitement distinctes.

L'œuf des races annuelles ne peut éclore avant d'avoir subi l'action du froid : d'autre part, pendant que les graines sont soumises à une basse température, elles sont comme engourdies et peuvent être maintenues en cet état, sans éclore, pendant plus d'une année. Enfin après avoir été refroidies, pendant un temps suffisant, les graines éclosent dès qu'elles sont exposées à l'action de la chaleur.

Il y a donc lieu de distinguer, dans l'existence de la graine une période préhibernale, une période d'hibernation, et enfin une période d'incubation proprement dite pendant laquelle se forme l'embryon.

Ces périodes peuvent avoir des durées variables, mais dans nos contrées, elles sont limitées par les différences de température que les saisons produisent dans les climats : après la ponte, les œufs n'ayant pas hiberné encore, ne sont pas aptes à éclore. Ils peuvent donc être conservés sans inconvénients dans les chambres même d'élevage, sans qu'on ait à redouter l'influence d'une température trop élevée. Pendant les basses températures qui se succèdent de novembre à février, la graine sommeille en quelque sorte; les influences extérieures, l'humidité, les chocs, qui, à d'autres instants, pourraient lui être préjudiciables, sont sans influence sur elle : par contre, après l'hibernation, la graine se trouvant prête à éclore, sous l'influence d'une élévation de température, demande des soins particuliers.

M. Duclaux a montré que la durée de ces périodes pou-

vait être singulièrement modifiée, en soumettant la graine à des températures convenablement choisies : c'est ainsi qu'il a pu réduire le stage préhibernal de la graine à quinze ou vingt jours, en la soumettant à l'action du froid, deux ou trois semaines après la ponte. D'autre part, ce savant a démontré que la durée de l'hibernation pouvait être raccourcie, d'autant plus que la graine était plus vieille. Quelques jours de froid suffisent pour rendre aptes à éclore des œufs pondus depuis six mois. Des graines âgées de quinze ou vingt jours doivent au contraire subir l'action du froid pendant près de deux mois. Une température voisine de 0° paraît être la plus favorable à l'hibernation. On ne connaît que très imparfaitement les modifications subies par la graine pendant ces différentes périodes. Dans les deux premières, semble-t-il, le vitellus se modifie et devient apte à nourrir l'embryon qui commence à se former pendant la troisième période : néanmoins, il est possible de déduire des faits observés les règles qui doivent présider à la conservation de la graine.

Les œufs pondus par les papillons sont reçus sur des toiles où ils restent adhérents, par le fait du vernis gommeux qui les enveloppe (fig. 1). Or, pendant les premiers jours qui suivent la ponte, la respiration des œufs est assez active, il y a élimination d'eau et d'acide carbonique, absorption d'oxygène : les œufs devront donc être conservés de telle façon que la vapeur d'eau qui se dégage à la surface de chacun d'eux puisse s'éliminer. Le fait d'une humidité prolongée amènerait la présence de moisissures. Ordinairement, les éleveurs de vers à soie, conservent les œufs sur les toiles en ayant la précaution de pendre ces toiles au plafond d'une chambre exposée au nord.

Des essais divers ont été tentés pour étudier l'influence de l'humidité. Une atmosphère trop chargée de vapeur d'eau favorise le développement des moisissures. Par contre un air trop sec, active outre mesure l'évaporation des liquides de

l'œuf, et ne paraît pas favorable à la graine. Il a paru avantageux de maintenir l'air des chambres de conservation dans un état de demi-saturation, correspondant à peu près au degré 75 de l'hygromètre à cheveu : ce résultat peut être obtenu en desséchant l'atmosphère de la chambre, au moyen de chaux vive placée sur des assiettes, ou au contraire en augmentant son état d'humidité par l'action d'une terrine remplie d'eau, qu'on abandonne à l'évaporation spontanée.



Fig. 1. — Toile à œufs de papillon, d'après L. Pasteur.

Les indications qui précèdent s'appliquent à la période préhibernale. Pendant l'hibernation, l'activité respiratoire de la graine diminue beaucoup. Les influences extérieures perdent une grande partie de leur action : aussi, cet état est-il le plus favorable à la conservation de la graine, et cherche-t-on à l'y maintenir le plus longtemps possible. Dans les pays où l'élevage des vers à soie est très développé, on a créé des chambres d'hibernation permettant de prolonger l'action des basses températures sur les graines de ver à soie : dans certains cas, ces chambres sont placées dans les montagnes, à des altitudes élevées, en des lieux où les froids de l'hiver se prolongent longtemps. On peut citer, comme exemple, la chambre froide installée dans l'Ardèche, à

Notre-Dame-des Neiges par les filateurs et mouliniers de Valence et d'Aubenas. Les observatoires météorologiques du mont Ventoux et de l'Aigoual comprendront probablement les chambres d'hibernation.

En Lombardie, on trouve de grands établissements dans lesquels l'hibernation de la graine de ver à soie est organisée au moyen de machines frigorifiques. Dans ces conditions, l'hibernage s'effectue avec une grande régularité : la température des chambres à graines peut être réglée sûrement et avec beaucoup d'exactitude ; à première vue cette solution paraît onéreuse : le coût d'installation, la consommation en force motrice des machines à froid, semblent devoir constituer une somme de frais considérable ; mais il faut considérer, d'autre part, qu'une semblable organisation peut être établie en des lieux d'accès facile, dans des villes pourvues de moyens de communication très développés, qu'elle peut être appliquée à une grande quantité de graine ; les inconvénients apparents de ce système se trouvent donc compensés par des avantages très marqués ; en fait on a constaté que les graines soumises à ce régime donnaient, en général, d'excellents résultats.

A notre connaissance il n'existe en France aucun établissement qui ait appliqué l'emploi des machines frigorifiques à l'hivernation des graines de vers à soie ; pour de petites quantités on pourrait employer des meubles glacières, connus sous le nom de timbres à glace et usités dans les grandes villes pour la conservation de certaines matières alimentaires. A défaut même de ce dispositif, la graine peut subir l'hibernation dans des conditions assez bonnes, si on la conserve dans des locaux bien aérés et exempts d'humidité.

Éclosion de l'œuf. — A la fin de l'hibernation l'œuf présente le même aspect qu'après les cinq ou six jours qui suivent la ponte, alors qu'il a acquis sa couleur normale.

Pendant la période d'incubation, l'embryon se développe

peu à peu : les organes du ver se forment successivement, jusqu'au moment où la larve peut commencer à se nourrir aux dépens du vitellus. Peu à peu la graine devient blanchâtre, puis le ver attaque la coque, et l'éclosion a lieu.

Abandonnés à eux-mêmes, après l'hibernation, les œufs éclosent peu à peu par la chaleur naturelle du printemps. Mais, dans ces conditions, l'éclosion est irrégulière et se prolonge longtemps ; certains œufs éclosent rapidement, tandis que d'autres, au contraire, sont le siège d'une éclosion tardive : en outre, on a remarqué que les vers sont débiles et périssent sous la moindre influence.

On a donc été amené à régulariser cette période de l'incubation : le développement de l'embryon peut ainsi s'effectuer dans des conditions satisfaisantes, et les vers qui prennent naissance sont robustes et résistants.

Cette question de l'incubation est si importante qu'elle a, de tout temps, occupé l'attention des éleveurs de vers à soie. Les moines de Justinien faisaient éclore les œufs à la chaleur du fumier. Au temps d'Olivier de Serres, les graines étaient enfermées dans des sachets que les femmes portaient sous leurs vêtements. Plus tard on les plaça dans les boulangeries : les Chinois se servent de chambres chauffées.

Le premier, l'abbé de Sauvages eut l'idée de déterminer les températures les plus favorables à l'éclosion. Depuis, on a adopté presque partout l'usage des chambres d'éclosion, ou, si l'on opère sur de petites quantités, d'étuves appelées couveuses et connues dans les Cévennes sous le nom de *castelets*.

Mais avant de décrire sommairement les dispositions employées, il est utile de faire ressortir le grand intérêt qu'ont les éleveurs à provoquer et à choisir le moment de l'éclosion. Il est urgent, en effet, que les vers puissent, à leur naissance, se nourrir de jeunes feuilles du mûrier. On dirige donc l'incubation de manière que l'éclosion des graines coïncide avec la poussée des premières feuilles. Dans les Cévennes,

aux environs d'Alais, c'est en moyenne vers le 20 avril que se font les éclosions. Cette époque, toutefois, n'a rien d'absolu ; elle peut être un peu devancée ou retardée suivant que la saison est précoce ou tardive.

Se guidant sur ces considérations, l'éleveur habile règle la marche de ses chambrées et de ses étuves d'éclosion, de manière à choisir le moment le plus faborable. Parmi les auteurs qui se sont occupés des meilleures températures à obtenir pour l'incubation et l'éclosion, les uns proposent d'élever graduellement et régulièrement la température ; d'autres, au contraire, recommandent de maintenir la température constante, pendant un certain nombre de périodes, et de l'élever seulement d'une période à l'autre. C'est ainsi que Dandolo élève la température de 1 degré par jour jusqu'à 22° Réaumur ; Haberlandt maintient la graine 8 jours à 6° R., 8 jours à 8°, 4 jours à 10°, 4 jours à 12°, 2 jours à 16°, 2 jours à 18°, 2 jours à 20° ; soit, au total, 30 jours d'incubation au bout desquels l'éclosion est certaine.

Pendant l'incubation, la graine doit être étalée en couche très mince pour faciliter la respiration ; les graines sont remuées de temps en temps pour que toutes respirent d'une manière égale et puissent arriver à éclore simultanément. Il semble que l'humidité de la chambre d'incubation doive être moyenne, ni trop sèche, ni trop humide ; un état de demi-saturation est celui qui paraît convenir le mieux. Pour 25 grammes de graine, on emploie une boîte plate ayant au moins deux décimètres carrés de surface.

Généralement, les graines éclosent dans la matinée. Peu abondants le premier jour, les vers deviennent très nombreux le deuxième et le troisième jour ; le quatrième jour, on en voit naître un très petit nombre ; ceux qui éclosent après cette limite, peuvent être négligés.

La levée des vers se fait au moyen de jeunes feuilles de mûrier auxquelles ils s'attachent ; on interpose parfois entre la graine et les feuilles de mûrier, un tulle que les vers tra-

versent pour se fixer sur les feuilles ; on évite ainsi de lever des graines non écloses.

Il est possible d'évaluer le nombre des vers éclos, en suivant une méthode usitée dans la haute Italie : 25 grammes de graine pesée avant l'éclosion et comprenant en moyenne 36.000 œufs donnent, lorsque les vers sont sortis :

Poids des jeunes vers.	17	grammes
— coques vides.	5	—
— de l'eau évaporée. . . .	3	—
Total.	25	—

En pesant un tas de graines avant et après l'éclosion, on pourra connaître approximativement les nombre des vers. Il suffira de déterminer le poids de la graine surmontée du tulle, avant l'éclosion ; l'éclosion une fois faite, on opère la levée des vers avec les feuilles de mûrier, on laisse sécher le tulle et on pèse le résidu ; une perte de poids de 20 grammes indiquera l'éclosion de 36.000 vers.

Les détails qui viennent d'être donnés s'appliquent à l'éclosion normale, mais il convient de signaler aussi un certain nombre de faits accidentels se rattachant à ce phénomène. C'est tout d'abord l'éclosion de certains œufs des races annuelles se produisant dix ou douze jours après la ponte ; ces bivoltins accidentels sont toujours en nombre très faible. Leur présence n'est pas expliquée, on a remarqué seulement qu'ils provenaient parfois de pontes faites dans une salle sèche et chaude.

Des causes, bien déterminées dans leur nature, sinon par leur mode d'action, peuvent amener également l'éclosion prématurée des œufs. L'hibernation artificielle, nous l'avons vu, permet de faire éclore les œufs quinze ou vingt jours après la ponte.

On a découvert à Bergame, en 1856, que des œufs pondus sur un carton, brossés vivement ou percutés à courts intervalles avec une brosse rude, pendant cinq à dix minutes,

commencent à éclore quinze jours après. On obtient de la sorte, avec des œufs de un à trois jours, 50 pour 100 d'éclosion et 5 pour 100 au plus avec les œufs de quatre ou cinq semaines.

Ces éclosions sont lentes ; elles se prolongent en moyenne pendant quarante jours ; le maximum étant atteint vers le dixième jour environ, pour décroître lentement jusqu'à la fin de la période.

M. Verson a découvert, en 1874, que l'action de l'électricité, exercée pendant dix minutes, provoquait l'éclosion des œufs âgés de trois ou quatre fois vingt-quatre heures, au bout d'une dizaine de jours. Cette action a été étudiée par M. Duclaux : ce savant a constaté que l'électricité statique était seule active, mais qu'il était nécessaire qu'il y ait combinaison des deux électricités : « On n'obtient rien en mettant la graine sur une machine électrique chargée, tandis qu'on obtient l'éclosion en mettant la graine sur le trajet d'étincelles électriques nombreuses. »

M. Duclaux a montré en outre que l'hibernation artificielle, le brossage, l'électricité transformaient la graine de la même façon et qu'elles amenaient l'éclosion à l'âge auquel se produisent les bivoltins accidentels dans la graine annuelle. Il a fait connaître, enfin, un nouveau moyen fort curieux de produire les éclosions prématurées. Un bain de deux minutes dans l'acide sulfurique pur, suivi d'un lavage à grande eau, rend la graine jeune apte à éclore au bout de quelques jours.

En 1877 et 1878, M. Bolle, MM. Verson et Quajat ont montré que l'acide chlorhydrique, l'acide nitrique, et même l'eau distillée à 50° possédaient la même propriété.

Toutes ces causes, fort différentes entre elles, produisent des effets identiques ; elles constituent probablement des moyens divers de mettre en mouvement une même action physiologique qui, jusqu'à présent, demeure inconnue.

III. LE VER A SOIE

Par l'éclosion, l'œuf du *Bombyx mori* donne naissance à une chenille longue de 3 millimètres environ et pesant à peu près un demi-milligramme. C'est le ver à soie. Son développement s'effectue avec une rapidité extraordinaire. Pendant sa courte existence, il subit un certain nombre de modifications très curieuses.

Normalement, pour des températures comprises entre 20 et 25°, il s'écoule de trente-trois à trente-huit jours entre l'éclosion de la graine et le moment où le ver à soie commence son cocon. Pendant ce temps, le ver se dépouille quatre fois de son enveloppe superficielle; il subit quatre mues ; les périodes qui séparent chaque mue constituent les différents âges du ver.

A ses différents âges, le ver s'alimente continuellement ; à peine éclos, il mange avec avidité les jeunes feuilles de mûrier, mais son appétit décroît au moment des mues pour augmenter ensuite; il devient de la voracité à certaines périodes appelées périodes de *frèze ;* on distingue pendant le troisième âge la grande frèze et au quatrième âge la petite frèze.

Le premier âge dure de cinq à six jours ; vers le quatrième ou cinquième jour après l'éclosion, l'animal cesse de manger, devient immobile ; il subit la première mue. Puis au bout de quatre ou cinq jours, durée du second âge, il s'immobilise de nouveau, mue et reste au troisième âge pendant six ou sept jours.

A ce moment, après la grande frèze, le ver entre dans le quatrième âge, il y reste sept ou huit jours. Enfin, à la quatrième mue, succède le cinquième âge qui dure onze ou douze jours.

Pendant cette période, le ver atteint sa plus grande

dimension ; il pèse de 4 à 5 grammes et sa longueur atteint de 8 à 9 centimètres ; puis il commence à diminuer de poids en *mûrissant*.

Le tableau suivant donnera l'idée de l'accroissement de poids, véritablement extraordinaire, du ver à soie pendant ses différents âges. Ces chiffres se rapportent à trente-six mille individus provenant de l'éclosion de 25 grammes de graines.

POIDS DE 36.000 VERS

A la naissance.	17	grammes
Après la 1re mue.	255	—
— 2e —	1.598	—
— 3e —	6.800	—
— 4e —	27.676	—
Pendant le 5e âge, à la plus grande taille.	161.500	—
A la maturité.	131.920	—
Cocons (472 au kilogr.).	76.250	—
Chrysalides seules.	66.300	—
Papillons, moitié de chaque sexe. .	99.865	—

Ainsi donc, en moins de quarante jours, le poids du ver à soie augmente presque dans la proportion de 1 à 10.000. Un pareil accroissement doit certainement correspondre à des particularités fort curieuses dans la nutrition et l'alimentation du ver à soie.

Mais, avant d'étudier les fonctions, il est utile de décrire les organes qui leur permettent de s'accomplir.

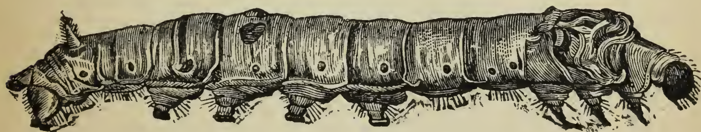


FIG. 2. — Ver à soie au cinquième âge.

La figure 2 épargnera au lecteur une longue description des organes extérieurs. Parvenu à sa plus grande taille, au cours du cinquième âge, le corps du ver à soie a la forme d'un

cylindre allongé : on remarque à la surface de ce cylindre la tête, douze anneaux, et l'appareil anal. Les 3 premiers anneaux sont munis chacun d'une paire de pattes terminées par un ongle pointu ; les anneaux 6, 7, 8, 9 et 12 portent chacun une paire de fausses pattes, sortes de mamelons rétractiles garnis à leur extrémité d'une double rangée de petits crochets.

La tête porte, essentiellement, des organes tactiles appelés antennes, six paires d'yeux, des mandibules, des mâchoires, un orifice buccal et, au-dessous, un petit mamelon conique qui est la trompe soyeuse.

Au début, tous les anneaux portent des tubercules chargés de longs poils ; ils disparaissent aux âges suivants, il subsiste seulement une corne sur le onzième anneau.

Il faut mentionner enfin à la surface du ver dix-huit petites taches noires disposées symétriquement sur les côtés des anneaux ; ces taches, appelées stigmates, sont des orifices correspondant aux organes respiratoires du ver.

Nous ne pouvons donner ici qu'une description, très sommaire des organes intérieurs du ver à soie.

De la bouche, s'étendant jusqu'à l'extrémité du ver, part le tube digestif, comprenant l'œsophage, l'estomac et l'intestin. Sous la peau du dos un long tube à parois minces, appelé vaisseau dorsal, renferme un sang jaunâtre. Ce vaisseau se contracte quarante ou cinquante fois par minute, d'arrière en avant, et transporte ainsi le sang dans une cavité limitée par la membrane péritonéale enveloppant le tube digestif. Pendant ce trajet le sang baigne les ramifications des organes de la respiration : ce sont des tubes aboutissant aux stigmates ou orifices respiratoires.

Les organes de la soie sont formés de deux longues glandes brillantes, se composant de trois parties qu'on distinguera facilement entre elles au moyen de la figure 3.

La portion postérieure est formée d'un tube cylindrique, à replis membraneux, de 1 millimètre de diamètre et de 14

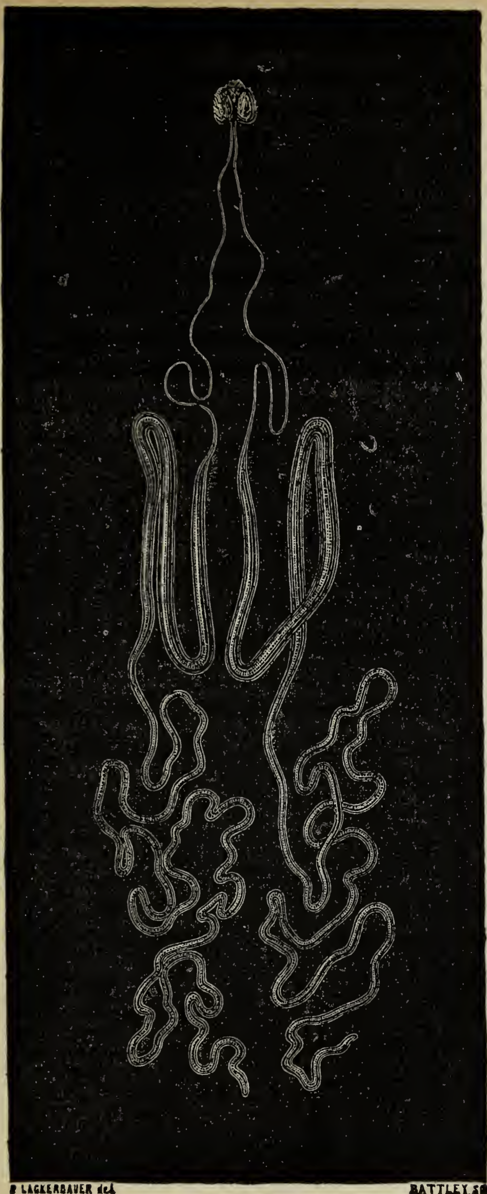


Fig. 3. — Organes de la soie, d'après L. Pasteur.

à 15 centimètres de longueur ; elle passe pour sécréter le liquide soyeux proprement dit. Puis vient, la partie moyenne, longue de 6 à 7 centimètres avec un diamètre de 3 millimètres, incolore et limpide chez les vers à cocons blancs, colorée en jaune vif chez les vers à cocons jaunes; elle sécrète le grès, matière enveloppant la soie, soluble dans les solutions bouillantes de savon. Enfin, les glandes soyeuses se terminent par deux tubes longs de 3 à 4 centimètres, larges de $0^{mm},3$ à leur origine, et se rétrécissant jusqu'à la trompe soyeuse, où ils aboutissent réunis en un fil unique. Les deux glandes découvertes par Filippi revêtent le fil de soie d'une sorte de vernis cireux.

En traversant les deux tubes fins, la bave sécrétée par les organes producteurs de la soie passe donc par une sorte de filière qui forme le brin du cocon ; à sa sortie de la trompe, le fil de soie a la forme d'une lanière plate de $0^{mm},02$ de largeur sur $0^{mm},01$ d'épaisseur, provenant de la soudure de deux brins élémentaires.

On a remarqué que les dimensions du fil de soie varient, du reste, avec l'âge du ver. Toutefois, ses dimensions et sa ténacité sont telles, qu'à tout âge un brin soyeux peut porter le ver qui le produit.

Dans cette énumération rapide des principaux organes du ver à soie, nous ne pouvons que mentionner les organes spéciaux de la sensibilité et du mouvement. Qu'il nous suffise de dire qu'on a établi l'existence dans le ver de treize ganglions et de plus de quatre mille muscles élémentaires.

Les organes de la reproduction se rencontrent dans le onzième anneau. Une dissection délicate de cette région permet de distinguer les vers mâles et les vers femelles. Aucun caractère extérieur précis ne permet, du reste, de déterminer le sexe de la larve.

Si l'on ne connaît pas encore d'une façon précise le mécanisme complet de la respiration du ver à soie, si l'on ignore comment l'air extérieur introduit par les stigmates cède son

oxygène à l'organisme, on est parfaitement fixé sur le fait de la circulation du sang. Les pulsations du vaisseau dorsal se constatent facilement. Leur nombre peut varier dans de larges proportions. Elles sont d'autant plus rapides que la température est plus rapprochée de 25 à 30° et que le ver développe plus de mouvement pour se déplacer, manger ou tisser son cocon. Entre 20 et 25°, chez un ver adulte, on constate 30 ou 40 pulsations par minute, et seulement 6 ou 8 quand la température s'abaisse jusqu'à 12 ou 15°. Après la quatrième mue, le nombre des pulsations d'un ver immobile est de 30 environ il s'élève à 45 ou 50 lorsque le ver se meut, et à 60 ou 65 au moment du tissage du cocon.

On a fait de curieuses expériences sur l'influence de la température appliquée aux vers à soie. C'est entre 20 à 25° que leur développement s'effectue le mieux, aussi les éleveurs ont-ils soin de maintenir ces limites de température. Mais on peut élever les vers à soie à de basses températures, vers 16° ou 18°; la vie de la larve se trouve alors ralentie, elle persiste pendant quarante ou cinquante jours. Certains expérimentateurs ont pu maintenir les vers après l'éclosion, pendant quinze à vingt minutes à 5°, sans les faire périr : sous l'influence d'une température modérée, ils reprenaient leur activité et filaient leur cocon.

Une température élevée surexcite les fonctions vitales du ver et, comme conséquence, raccourcit la durée de sa vie. Entre 30 et 37°, les éducations sont terminées en vingt-quatre jours. On a même cité une expérience, entreprise à 45°, au cours de laquelle des vers à soie ont tissé leur cocon au bout de quatorze jours.

L'air est indispensable à la vie des vers à soie ; il s'introduit dans l'organisme par les stigmates : il suffit, en effet, de boucher ces orifices en les enduisant d'huile, pour produire, en quelques minutes, l'asphyxie du ver. Si l'on plonge un ver à soie vivant dans l'eau, on constate que des bulles se dégagent de toute la surface de son corps, sans que les stig-

mates en fournissent plus que d'autres points. Les gaz expirés paraissent donc s'éliminer uniformément par la surface entière du ver. On constate également, au cours de cette expérience, qu'un ver à soie peut rester plusieurs heures immergé dans l'eau sans périr.

MM. Regnault et Reiset, en 1849, ont mesuré l'oxygène absorbé et l'acide carbonique expiré par les vers à soie, par la respiration. D'après leurs observations, un kilogramme de vers à soie prêts à filer consomme en une heure, en moyenne, $0^{gr},763$ d'oxygène. Ce gaz est transformé en majeure partie, mais non totalement, en acide carbonique qui se retrouve dans le gaz exhalé.

Pendant la respiration, le ver élimine également une grande quantité de vapeur d'eau. Cette eau provient de la fonction respiratoire, mais elle a une autre origine : les feuilles de mûrier servant à l'alimentation du ver à soie renferment environ 65 pour 100 d'eau. Or, pendant la période d'éducation, chaque ver absorbe environ 14 grammes de feuilles, renfermant environ 9 grammes d'eau, presque le double du poids du ver arrivé à la maturité : le ver n'émettant pas d'excrément liquide ne peut éliminer la plus grande partie de cette eau que par l'évaporation cutanée. Il résulte de ce fait que l'atmosphère des chambres d'élevage, constamment saturée d'humidité par le respiration des vers, doit être fréquemment renouvelée. On a calculé que les trente mille vers provenant d'une once de grains, exigeaient 100 mètres cubes d'air et que cet air devait être intégralement renouvelé tous les quarts d'heure.

Alimentation du ver. — La feuille de mûrier est l'alimentation préférée du ver à soie. Actuellement, on emploie exclusivement en France le mûrier blanc importé du Levant vers 1495. Cette espèce est remarquable par la rapidité de sa croissance et l'abondance de ses feuilles. Elle comprend plusieurs variétés.

M. Peligot a fait d'intéressantes recherches sur la composition des feuilles de mûrier et sur leur valeur nutritive, relativement au ver à soie. Il a constaté d'abord, en analysant les cendres de feuilles récoltées à différentes époques, que les proportions relatives des matières minérales changeaient avec l'âge des feuilles, c'est-à-dire avec le temps écoulé depuis leur sortie des bourgeons.

Les feuilles très jeunes contiennent 80 pour 100 d'eau. Cette proportion diminue avec l'âge de la feuille jusqu'à 65 pour 100. Les cendres de feuilles récoltées aux environs de Montpellier, à trois époques différentes, présentaient la composition suivante :

	28 avril	28 mai	10 juin
Silice.	5,6	15,6	20,6
Chaux.	20,2	36,9	38,8
Phosphate de magnésie. . . .	22,7	13,2	13,3
Acide phosphorique.	30,9	1,6	1,2
Acide carbonique, potasse, etc.	20,2	32,7	26,1

Des feuilles cueillies à la cime d'une branche donnaient des cendres présentant des différences analogues, avec celles qui provenaient de feuilles recueillies au bas des branches du même mûrier.

En résumé les feuilles jeunes se sont montrées riches en phosphate et en acide phosphorique, tandis que la silice et la chaux dominaient dans les feuilles plus âgées.

Pour apprécier quelles feuilles devaient être considérées comme les plus avantageuses à l'alimentation des vers à soie, M. Peligot a procédé de la façon suivante : il a recherché d'abord l'influence des matières minérales.

Des vers pesant au début $1^{gr},078$ ont été nourris du 12 juin au 11 juillet 1851 avec 1052 grammes de feuilles fraîches représentant à l'état sec 268 grammes : à la fin de l'expérience les vers pesaient $144^{gr},690$, le gain réduit à l'état sec représentait $20^{gr},160$. En même temps on avait recuilli, en

2.

matière sèche 136 grammes de litière et 98 grammes de déjections.

On a inciné séparément les vers, les déjections, et une quantité de feuilles égale à celle qui avait été absorbée; cette feuille avait été cueillie en même temps, elle était identique à la feuille utilisée pour l'alimentation du ver mis en expérience. On a obtenu :

Pour gr. 128,31	de feuilles. . .	16 gr.	de cendres
— 20,16	de vers. . . .	1,09	—
— 98	de déjections. .	13,5	—

Ces cendres renfermaient :

	FEUILLES	VERS	DÉJECTIONS
Silice.	2,64	0.07	2,70
Acide carbonique. .	2,89	0,20	2,43
— phosphorique.	1,57	0,55	1,02
— sulfurique. .	0,23	0,03	traces
Chlore.	0,18	0,02	0,16
Oxyde de fer. . . .	0,09	traces	0 09
Chaux.	3,95	0,15	4,01
Magnésie.	0,87	0,17	0,85
Potasse.	3,76	0,68	2.29
TOTAUX. . . .	16,16	1,87	13,56

Ainsi donc les larves s'assimilent surtout l'acide phosphorique, la potasse et la magnésie ; la silice et la chaux se retrouvent en quantité prédominante dans les déjections.

Une feuille jeune, riche en acide phosphorique, en potasse, en magnésie, conviendra donc tout particulièrement à l'alimentation du ver à soie, à l'exclusion des feuilles vieilles dans lesquelles les éléments inertes, à défaut des matières nutritives, se seront accumulées.

Enfin l'âge de la feuille devra être proportionné à l'âge du ver à soie.

M. Péligot a appliqué la même méthode comparative à l'étude des matières organiques dans l'alimentation du ver : ce savant a formé deux lots égaux de vers à soie aussi semblables que possible, les vers du premier lot ont été desséchés, pesés et soumis à l'analyse ; les vers du second lot ont été élevés et nourris avec un poids déterminé de feuilles, dont on a conservé un type qui a été analysé ; finalement, les vers provenant de cette éducation, leurs déjections et leurs litières ont été pesés et analysés.

Pour rendre les résultats comparatifs, M. Péligot a mis en regard du poids et de la composition de la feuille consommée pendant l'éducation, le poids gagné par les vers à soie pendant l'expérience : les analyses effectuées sur les vers au commencement et à la fin de l'éducation ont permis de même d'inscrire la composition correspondant à l'accroissement du poids du ver. On a obtenu les résultats suivants :

Poids des feuilles (moins les litières). . .	128,31
Vers 20.16.	118,16
Déjections 98.	
La différence.	10,15

correspond à l'acide carbonique provenant de la respiration du ver, et à la somme des erreurs inévitables dans ce genre d'expériences.

L'analyse a permis d'établir la composition en centièmes :

	FEUILLES	VERS	DÉJECTIONS
Carbone.	43,73	48,10	42,00
Hydrogène.	5,91	7.00	5,75
Azote.	3.32	9.60	2,31
Oxygène.	35.44	26.30	36,14
Matières minérales. . . .	11,60	9,00	13,80

Si l'on calcule la teneur des feuilles, des vers et des déjections en ces différents éléments, on a :

	FEUILLES	VERS	DÉJECTIONS
Carbone	56,41	9,69	41,16
Hydrogène	7,63	1,41	5,62
Azote	4,28	1,93	2,26
Oxygène	45,62	5,30	35,41
Matières minérales	14,93	1,81	13,52
	128,87	20,14	97,97

Le carbone perdu par la respiration des vers est à peu près égal à la moitié de celui qui a été fixé : une certaine quantité d'hydrogène et d'oxygène a également disparu; ces deux corps ont été éliminés dans les proportions suivant lesquelles ils s'unissent pour former de l'eau : la vapeur d'eau exhalée pendant la respiration est évidemment la cause de cette perte, On remarque enfin que l'azote s'est accumulé en plus grande proportion, dans les vers (9,60 pour 100) que dans les déjections ; les matières minérales dominent au contraire dans les excréments.

Les résultats qui viennent d'être exposés varient quelque peu suivant l'âge des vers mis en expérience. C'est ainsi que la composition des vers est différente suivant qu'elle est déterminée au milieu de l'éducation ou au moment de la montée; néanmoins le sens des phénomènes ne change pas, et l'exemple que nous avons cité s'appliquant à des vers moyens, peut être considéré comme suffisamment exact.

La quantité de feuilles nécessaires à l'alimentation du ver à soie à ses différents âges a été déterminée avec une grande exactitude par Dandolo. Ce célèbre éducateur de Varèse obtint, en 1813, avec une once de 25 grammes de graines, environ vingt-sept mille vers à soie qui produisirent 57 kilogrammes de cocons. La température de 25 degrés au début descendit à la fin de l'éducation qui dura 32 jours jusqu'à 21 degrés. La chambrée comprenait des vers à soie provenant de cinq onces de graines.

Le tableau suivant donne le poids des feuilles consommées aux différents âges, à raison de quatre repas par jour, par les vers à soie provenant d'une once de graines.

JOUR	1er AGE	2e AGE	3e AGE	4e AGE	5e AGE
	kg	kg	kg	kg	kg
1	0,350	1,680	2,800	9,100	16,800
2	0,560	2,800	8,400	14,000	25.200
3	1,120	3,080	9,100	21,000	39.300
4	0,630	0,840	4,900	23,800	50,400
5	0,140	»	2,800	11,900	75,600
6	»	»	»	2,800	91,000
7	»	»	»	»	84,000
8	»	»	»	»	61,600
9	»	»	»	»	46,200
10	»	»	»	»	22,400
Totaux. . .	2,800	8,400	28,00	82,600	512,400
Épluchures. .	0,700	1,400	4,200	12,600	47,600
Totaux. . .	3,500	9,800	32,200	95,200	560,00
Total général . . 700,7					

On avait cueilli 750 kilogrammes de feuilles, les déchets de toute nature, l'évaporation, avaient donc amené une perte de 49 kilogrammes environ.

Mais la feuille distribuée aux vers à soie n'est pas utilisée en totalité pour leur alimentation : on en retrouve une quantité importante dans la litière. L'expérience de Dandolo a montré que 360 kilogrammes de feuilles avaient été réellement consommés par les vers, 275kg,100 de feuilles plus ou moins desséchées se retrouvaient dans les litières.

Les déterminations faites par Dandolo mettent en lumière des conclusions intéressantes : les vingt-sept mille vers de son éducation ont produit 57 kilogrammes de cocons : 360 kilogrammes de feuilles de mûrier ont été réellement consommés; on a trouvé d'autre part, dans la litière 275 kilogrammes de feuilles non mangées et 72kg,800 d'excréments.

La perte de poids, représentée par de la vapeur d'eau, des gaz divers, est donc égale à 360 — (57 + 72,800) = 230kg,2. Chaque ver, depuis l'éclosion jusqu'à sa mort, a consommé en moyenne, un peu moins de 14 grammes de feuilles de

mûrier, mais en réalité, par suite des déchets, il a fallu lui fournir près du double de cette quantité.

Toutefois, les chiffres établis par Dandolo n'ont rien d'absolu : on peut les considérer comme des moyennes s'appliquant à la majorité des cas, mais pouvant se trouver en défaut par rapport à une éducation isolée. Il est facile, du reste, en ce qui concerne l'alimentation, de se guider sur l'appétit des vers. Dandolo recommande *de ne pas leur donner de feuille neuve, tant qu'il en reste qui paraisse mangeable.*

Vers la fin du cinquième âge, le ver cesse presque de s'alimenter : il entre à cette phase dans la période de maturité, c'est celle qui précède immédiatement la confection du cocon. Avant d'aborder cette partie du sujet il convient d'examiner rapidement par quel mécanisme cette évolution nouvelle du ver peut s'effectuer.

Secrétion de la soie. — Lorsque le ver a atteint son maximum de poids, qui varie de $3^{gr},5$ à $5^{gr},5$ suivant les races, huit jours environ après la quatrième mue, il ne mange plus que très peu : les glandes de la soie augmentent de volume et garnissent la majeure partie de la cavité du corps dans l'espace correspondant aux six premiers anneaux. Le ver achève de digérer les dernières portions de feuille qu'il a absorbées. Quand il a rejeté les derniers excréments, il émet une goutte d'un liquide alcalin, formé d'après M. Péligot, d'une solution de carbonate de potasse pur ; à ce moment le ver est mûr, son poids a diminué de près de 1 gramme.

Il refuse ensuite toute nourriture et se déplace en agitant et relevant la tête ; on dit qu'il est prêt à monter. Dès qu'il rencontre une paroi verticale il s'y attache en effet, et commence à émettre une sorte de bave qui se solidifie presque aussitôt et forme un fil de soie.

On donne le nom de *bave* au liquide renfermé dans les glandes soyeuses au moment où il est vomi par le ver. Peu

développées jusqu'à la quatrième mue, les glandes prennent un énorme accroissement au moment de la maturité, leur poids peut atteindre et dépasser $0^{gr},80$, chez un ver pesant 4 grammes.

Le liquide soyeux existe dans les glandes à l'état de masse visqueuse sans consistance. Crevés dans l'eau, les lobes soyeux laissent échapper leur contenu sous forme de liquide gluant qui se solidifie peu à peu : sous l'influence de l'alcool absolu, de l'acide acétique dilué, les glandes soyeuses subissent une véritable coagulation analogue à celle de l'albumine de l'œuf sous l'action de la chaleur ; à un certain moment, lorsque la solidification n'est pas trop avancée, on obtient en les étirant, un brin assez long, épais et tenace, utilisé par le pêcheur à la ligne, et connu sous le nom de crin de Florence.

Au sortir des glandes, le liquide soyeux traverse les tubes excréteurs, durcit et constitue un fil solide dès qu'il a franchi l'orifice buccal. La cause de ce durcissement est mal connue. Dans le fil de soie, on constate l'existence de plusieurs éléments distincts. La fraction centrale du fil est formée de fibroïne ou soie proprement dite ; cette fibroïne est comme enveloppée d'une substance soluble, dans ces solutions bouillantes de savon, dans les dissolutions d'alcali caustique, qui est appelée grès ; enfin, la soie émise par certaines races de vers contient une matière colorante jaune.

Tout récemment, M. Louis Blanc [1] a publié d'intéressantes recherches micrographiques sur la sécrétion de la soie et la structure du brin de soie. D'après cet auteur, la constitution du brin de soie est parfaitement homogène ; il n'est nullement constitué, comme certains observateurs l'ont avancé, par un faisceau de fibrilles élémentaires excessivement ténues.

[1] *Étude sur la sécrétion de la soie et la structure du brin et de la bave dans le* Bombyx mori, par M. Louis Blanc, Lyon, Pitrat aîné, 1889.

M. Blanc a étudié avec soin l'origine, la disposition, le rôle du grès et du pigment coloré. Par l'examen d'une série de coupes provenant du réservoir des glandes soyeuses, il a constaté que le grès n'était pas la seule substance ajoutée à la fibroïne pendant son passage à travers ce conduit : il s'y forme un nouveau produit, inconnu jusqu'à ce jour, que M. Blanc propose d'appeler le mucus, ou mieux la mucoïdine.

Cette substance se forme au moment où le réservoir commence à diminuer de calibre. Entourant le cylindre formé de fibroïne et de grès, et l'isolant des parois du tube excréteur, elle semble destinée à faciliter l'allongement et le glissement du brin dans le canal qu'il parcourt.

Certains expérimentateurs avaient émis l'idée que le grès se formait par oxydation de la fibroïne au contact de l'air ; MM. Raulin et Sicard ont montré qu'il préexistait dans les glandes soyeuses, mais que sa formation était postérieure à celle de la fibroïne. Pour l'instant, nous n'entrerons pas plus avant dans l'étude du fil de soie ; cette question sera traitée spécialement, du reste, dans la suite de cet ouvrage.

Ce n'est pas seulement après la maturité que les glandes soyeuses se mettent à fonctionner. Peu de jours après l'éclosion, le ver émet quelques fils soyeux. Au moment des mues, il utilise ces fils comme amorces pour se glisser hors de sa dépouille ; mais ces émissions sont accidentelles et extrêmement réduites ; lors de la maturité, au contraire, au moment de la montée, les glandes démesurément développées, se vident presque en entier ; M. Péligot a même observé que le poids moyen des cocons était supérieur à celui des glandes soyeuses à l'état sec. Cette augmentation de poids s'explique en admettant que la sécrétion de la soie continue pendant le tissage du cocon.

Nous avons vu, au moment de la montée, les vers chercher une paroi verticale pour s'y fixer ; à ce moment, les éducateurs placent sur les claies des rameaux de bruyères.

Les vers y montent, choisissent un emplacement favorable, et tendent autour d'eux un réseau de fils assez irréguliers qui

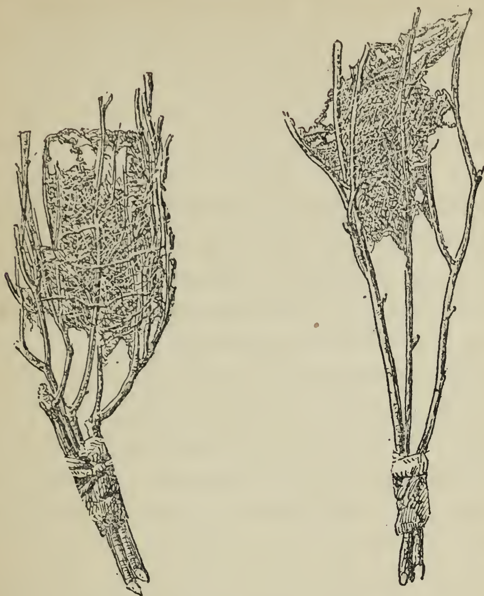


Fig. 4. — Bruyère et cocon commencé.

délimitent l'espace devant être occupé par le cocon (fig. 4). Quelques vers, appelés *tapissiers*, perdent leur soie à garnir

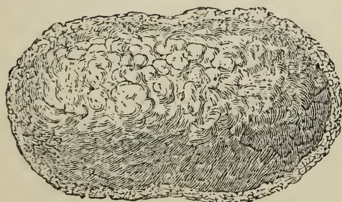


Fig. 5. — Cocon terminé.

des surfaces planes et ne réussissent pas à entreprendre leur ouvrage ; mais, dans la majorité des cas, le ver à soie ébauche

en cinq ou six heures, pour ainsi dire, la carcasse de son cocon, puis il dispose activement les couches intérieures : peu à peu, l'épaisseur de la paroi ne permet plus de le distinguer. Quand la température est suffisamment élevée, le cocon (fig. 5) est terminé au bout du troisième jour.

Maladies du ver à soie

Les détails qui viennent d'être donnés, s'appliquent à des vers à soie ayant parcouru sans accident le cycle de leur évolution normale, depuis l'éclosion de la graine jusqu'à la confection du cocon ; malheureusement, il n'en est pas toujours ainsi. Il arrive que les vers à soie périssent au cours de leur développement ; des maladies, dont les causes sont demeurées longtemps inconnues, les déciment parfois et anéantissent des éducations presque tout entières. Le caractère commun de ces accidents est une soudaineté, une étendue, qui présentent tous les caractères d'une véritable épidémie.

Pendant de longues années, on ignora les causes qui compromettaient l'éducation des vers à soie : aussi bien leur influence était-elle minime, et les pertes qu'elles occasionnaient n'atteignaient-elles que peu d'importance. Ce n'est que vers 1854 qu'une diminution progressive et véritablement effrayante, dans la production des cocons de notre pays, alarma les éducateurs et sollicita l'attention de tous ceux qui s'intéressaient à l'industrie de la soie.

Voici quelle était en kilogrammes la production annuelle des cocons, en France, pendant la première partie de ce siècle :

Vers 1808.	6.000.000
De 1821-1830.	10.000.000
De 1831-1840.	14.000.000
De 1841-1845.	17.000.000
De 1846-1852.	21.000.000
En 1853.	26.000.000

L'année 1853 apporta la récolte la plus abondante du siècle, puis la production s'abaissa, lentement d'abord, rapidement ensuite, jusqu'à tomber, en 1865, au-dessous de celle de 1808. On obtint :

En 1854.	21.500.000	kilogrammes
1855.	19.800.000	—
1856.	7.500.000	—
1863.	6.500.000	—
1864.	6.000.000	—
1865.	4.000.000	—

Les causes de semblables diminutions dans les récoltes annuelles ont été étudiées par un grand nombre d'expérimentateurs. Il est aujourd'hui prouvé que la plus grande part doit être attribuée aux maladies des vers à soie. Parmi les nombreuses recherches qui ont été faites sur ce sujet, celles de Pasteur ont mis hors de doute l'origine des deux plus terribles de ces maladies : la pébrine et la flacherie. Elles ont donné, en outre, une méthode sûre pour soustraire les vers à soie aux ravages de l'une d'elles. Mais il faut reconnaître que les moyens dont on dispose actuellement pour combattre les maladies des vers, sont purement préventifs ; il n'existe encore aucune méthode curative pouvant leur être appliquée. Il résulte de ce fait, que l'éducation des vers à soie est devenue actuellement une opération délicate, exigeant les plus grands soins ; les éducateurs, s'ils veulent se mettre à l'abri des mécomptes, doivent connaître les maux qui menacent les vers et s'attacher à les prévenir, puisqu'il est chimérique, dans l'état de nos connaissances, de tenter leur guérison.

La notion des conditions qui doivent être observées, dans l'ugage de méthodes préventives, ressortira de la suite de cette étude, mais il faut, au préalable, décrire les quatre maladies principales qui menacent les vers à soie. Ces maladies sont : la *muscardine*, la *pébrine*, la *flacherie* et la *grasserie*. Leur gravité, comme leur fréquence, sont fort inégales.

Muscardine. — En 1725, Vallisneri signala que certains vers à soie, ayant tous les dehors de la santé, mouraient sans cause apparente. Leur corps durcissait ensuite, en prenant les

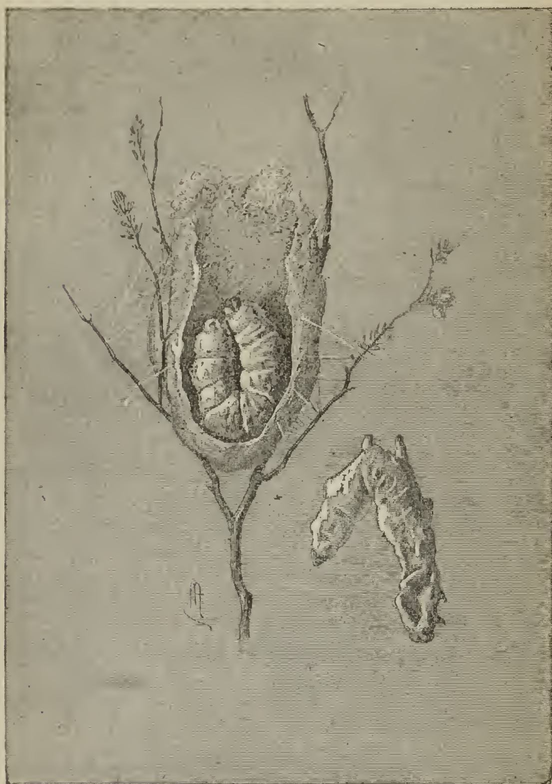


Fig. 6. — Vers muscardinés.

empreintes des formes environnantes; de couleur brune dans un air sec, recouvert d'une moisissure blanchâtre dans l'air humide, il était comme pétrifié (fig. 6).

On a donné le nom de *muscardine* à la maladie occasionnant la mort des vers à soie avec de tels caractères. Une

étude attentive a montré que le corps des vers atteints de muscardine était mou et légèrement rosé. En outre, le sang devient très acide et les battements du vaisseau dorsal s'accélèrent. Parfois, l'animal meurt à l'état de chrysalide, il résonne alors comme un corps dur, quand on agite son cocon.

Le docteur Bassi démontra, en 1835, que la mort des vers murcardins ou muscardinés était due au développement, dans leur organisme, d'un champignon microscopique, qu'il appela *Botrytis bastiana.*

Les semences de ce champignon sont émises par les efflorescences blanches qui recouvrent les vers ou les chrysalides muscardinés exposés à l'air humide. Ce sont des spores, ayant deux millièmes de millimètre de diamètre; lorsqu'elles tombent sur un ver sain ou sur la feuille de mûrier, pour peu qu'elles rencontrent des circonstances favorables à leur développement, elles donnent naissance à des filaments qui traversent les membranes du ver. Ces filaments envahiscent peu à peu l'organisme tout entier, à l'exclusion, toutefois, des glandes soyeuses, et produisent une foule de bulbes ou conidies d'où partent de nouvelles ramifications. Le sang devient de plus en plus rose et le ver ne tarde pas à succomber.

On voit apparaître alors, à l'intérieur du ver, des filaments blancs, cotonneux, tout chargés des spores qui se répandent dans l'air par myriades et servent d'agent de transmission à la maladie.

La connaissance exacte de l'évolution du *Botrytis* a permis de se garantir de sa propagation ; on a prouvé que la muscardine est essentiellement contagieuse; elle se répand à distance, par la dissémination des spores. Quand on inocule des spores à un ver, par une piqûre, il meurt en trois ou quatre jours, mais lorsque les spores sont apportées par l'air, il s'écoule dix jours environ entre le moment où les spores font leur apparition et la mort du ver.

Il est maintenant démontré qu'un ver muscardin n'est capable de propager la maladie que lorsqu'il a blanchi.

On ne connaît aucun moyen de guérir les vers atteints de muscardine, mais on dispose d'un procédé très simple pour détruire les spores existant dans les locaux où l'on veut élever des vers soie. Les germes et les filaments sont détruits par l'acide sulfureux, tandis que les vers à soie ne sont nullement incommodés par ce gaz. Il est donc prudent, lorsqu'on redoute la muscardine, de faire brûler dans le local où doit se faire l'éducation des vers, deux ou trois kilogrammes de soufre pilé, mélangé à deux ou trois cents grammes de salpêtre, par cent mètres cubes de capacité.

La chambre doit être close le plus hermétiquement possible, pour que l'acide sulfureux ne s'échappe pas au dehors et puisse exercer son action antiseptique. Si même, une éducation donne des vers muscardinés, on les enlève avec soin en emportant aussi leur litière, avant qu'ils aient blanchi ; puis on brûle chaque jour, pour une capacité de cent mètres cubes, trente grammes de soufre pilé mélangé à trois grammes de salpêtre ; l'acide sulfureux produit suffit en général à empêcher l'extension de la maladie.

On a constaté aussi que les fumigations de chlore, la fumée de bois vert, détruisaient les spores du *Botrytis*. Pour terminer ce rapide exposé, il faut ajouter que la muscardine n'est pas et ne peut pas être une maladie héréditaire, un ver muscardin meurt toujours et ne devient pas papillon.

Pébrine. — Les vers malades de la pébrine ne grossissent pas, leur développement est irrégulier, inégal, fort différent d'un ver à l'autre. Au bout de quelques jours, leur corps se recouvre de taches noires (fig. 7, 8 et 9) et à l'examen microscopique on trouve l'organisme tout entier rempli de corpuscules ovoïdes.

M. Guérin Meneville a signalé le premier la présence des corpuscules, en 1849. On les envisage comme des algues parasites unicellulaires appartenant au genre des psorospermies, section des microsporidies (Balbiani). Leur plus

grande dimension est de trois à quatre millièmes de millimètre, leur petit axe est moitié moins grand ; on a calculé qu'il en faudrait plus de quatorze millions pour occuper l'espace d'un millimètre cube. (Voir les fig. 10, 11, 12, 13, 14).



Fig. 7. — Partie antérieure du corps d'un ver malade dont les taches commencent à paraître (grossiss. 2/1).



Fig. 8. — Partie antérieure du corps d'un ver malade dont les taches sont complètement développées (même grossiss.).

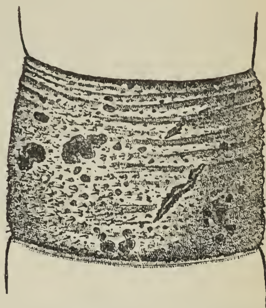


Fig. 9. — Anneau d'un ver malade de la pébrine montrant les taches entourées d'une auréole (grossi 6 fois).

Si l'on fait manger à des vers sains de la feuille de mûrier souillée de corpuscules, la pébrine se déclare ou bout de cinq ou six jours. Le tube digestif indique la voie par laquelle le parasite s'introduit dans l'organisme.

C'est à M. Pasteur que revient la gloire d'avoir découvert le mode de contagion de la pébrine. Les travaux entrepris par cet illustre savant, de 1865 à 1869, éclairèrent d'un jour inattendu les causes qui décimaient les éducations de vers à soie à cette époque et ne tendaient rien moins qu'à les anéantir à brève échéance. Bien plus, M. Pasteur trouva le moyen, par l'emploi d'une méthode préventive sûre, de mettre désormais les vers à soie à l'abri d'une maladie d'autant plus redoutable qu'elle était contagieuse et, en outre, héréditaire.

M. Pasteur reconnut que les vers atteints de pébrine, après leur quatrième mue, tissaient néanmoins leur cocon, mais

les papillons issus de ces cocons étaient remplis de corpus-



Fig. 10. — Psorospermies du ver à soie.

a, formes habituelles; *b*, autres formes; *c*, formes anormales provenant de la soudure de deux ou plusieurs corpuscules en voie de développement.



Fig. 11. — Psorospermies aux différentes phases de leur évolution.

x, tache claire, probablement le *nucléus*.



Fig. 12. — Psorospermies P dans l'intérieur de cellules vitellines.

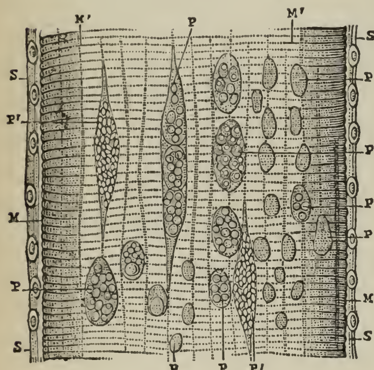


Fig. 13. — Portion de l'intestin de la chenille du *Bombyx neustria* rendue artificiellement corpusculeuse.

P, masse de matières psorospermiques dans lesquelles les psorospermies commencent à se former; P', amas de psorospermies à l'état parfait; S, enveloppe séreuse de l'intestin; M et M', couches de fibres musculaires.

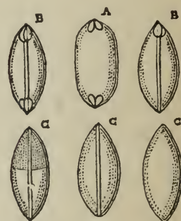


Fig. 14. — Psorospermies d'un papillon de la pyrale *(Tortrix viridana)*, grossies 1.500 fois.

A, vues de face : B, vues de profil ; C, après traitement par l'eau salée.

Fig. 10 à 14. — Les psorospermies ou corpuscules des vers à soie (d'après Balbiani).

cules ; leurs œufs en étaient eux-mêmes infectés. De telle sorte qu'après l'éclosion on obtenait des vers destinés à périr

de la pébrine et capables de communiquer cette maladie aux vers sains élevés en même temps qu'eux.

Aucun moyen ne se montra efficace pour guérir les vers pébrinés. Mais M. Pasteur établit qu'en élevant des graines exemptes de corpuscules, dans des locaux purifiés et assainis, on était sûr d'éviter le pébrine.

En étudiant les papillons nous exposerons, avec quelque détail, la méthode de M. Pasteur. Dès à présent nous pouvons indiquer sommairement quels points principaux elle comporte : on ne consacre à l'éducation que des graines pures, pondues en cellules, provenant de papillons sélectionnés au microscope et reconnus exempts de corpuscules. Les locaux sont désinfectés au moyen de fumigations de chlore, de lavages à l'eau de chaux ou au sulfate de cuivre. Les chambrées sont isolées autant que possible, mises à l'abri de la contagion pouvant être apportée par les personnes ou les feuilles, provenant de locaux où règne la pébrine. Enfin, les vers sont espacés suffisamment ; si des sujets pébrinés se montrent dans l'éducation, il est possible, de la sorte, de les faire disparaître avant que la contagion ait pu prendre autour d'eux une extension trop considérable.

En employant cette méthode, dont les prescriptions entrent de jour en jour dans la pratique des éducateurs, la pébrine n'est plus à craindre. Il est permis d'espérer que cette redoutable maladie, qui a causé tant de ruines, disparaîtra un jour, et que l'industrie séricicole retrouvera dans notre pays son ancienne splendeur.

Flacherie. — La flacherie, ou maladie des *morts flats*, occasionne de grands ravages parmi les vers à soie. En général, les vers en sont atteints à leur dernière période, alors que leur croissance est terminée et qu'ils sont à maturité, ou même sur la bruyère (fig. 15). Sans cause apparente, on les voit devenir languissants, puis s'étendre dans une immobilité complète ; la mort survient au bout de quelques heures. Les

vers *morts flats* deviennent mous, noircissent, puis exhalent rapidement une odeur infecte. Souvent des chambrées entières périssent en un jour. Parfois la marche de la mala-



Fig. 15. — Vers flats, d'après L. Pasteur.

die est plus lente; les vers tissent même leur cocon et meurent à l'état de chrysalides qui se putréfient en salissant les cocons. En ce cas, la récolte se trouve beaucoup diminuée,

M. Pasteur a montré que les vers atteints de flacherie n'accomplissaient plus leurs fonctions digestives. La feuille ingérée fermente par le fait du développement d'un organisme en chapelet de grains, dont chaque article n'a pas plus d'un millième de millimètre de longueur (fig. 16). Ensuite, la putréfaction survient, causée par des myriades de vibrions bacillaires, s'agitant avec vivacité au sein du liquide qui humecte la feuille non digérée, dans l'estomac du ver. Peu à peu le corps tout entier est atteint par cette putréfaction.

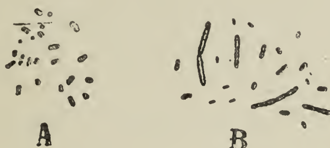


Fig. 16. — Organismes de la flacherie (grossiss. 500).
A, ferment en chapelet de grains; B, vibrions.

Tous les vers morts de flacherie sont remplis de chapelets et de vibrions.

Le mal est éminemment contagieux: des vers flats mis en contact avec des vers sains ne tardent pas à leur communiquer la maladie. M. de Ferry de la Bellone a reconnu qu'en injectant à des vers sains quelques gouttes de liquide renfermant des chapelets de grains et des vibrions, on les fait mourir tous, sans exception, de la flacherie.

On ne connaît aucun moyen de guérir la flacherie. Il n'existe pas non plus de méthode préventive sûre permettant, comme pour la pébrine, de se mettre à l'abri de la maladie. Si la cause de la flacherie est connue, on n'a pu encore obtenir à volonté des vers réfractaires au mal des vers flats.

Il est à supposer que les germes des chapelets d'articles et des vibrions sont apportés par les feuilles, et que ces éléments se développent toutes les fois que les fonctions digestives du

ver, pour une cause ou pour une autre, par le fait de la débilité ou de la maladie, ne s'accomplissent plus normalement. Aussi a-t-on reconnu que le moyen le moins imparfait, pour soustraire les vers à la flacherie, consistait à soigner leur hygiène et leur propreté, à les espacer, à les pourvoir d'une quantité suffisante d'air respirable.

Il n'est pas démontré que la flacherie soit héréditaire, toutefois on s'abstient de consacrer à la reproduction les chambrées atteintes de flacherie de la quatrième mue à la montée.

A la flacherie, on doit rattacher encore les maladies des vers *arpians* ou *gattinés*, des *lucettes*, des *clairettes*, qui sont encore mal connues, mais se manifestent avec des symptômes analogues. Des recherches sont encore nécessaires pour apprendre à caractériser ces maladies.

Leur cause véritable une fois fixée, on pourra entreprendre avec quelque chance de succès, la recherche de leurs moyens curatifs ou préventifs.

Grasserie. — De toutes les maladies du ver à soie la grasserie est de beaucoup la moins redoutable. On ne connaît pas son origine, on sait seulement qu'une atmosphère froide et humide, insuffisamment renouvelée, favorise son apparition.

La grasserie se déclare, d'ordinaire, au moment des mues, et surtout à l'approche de la montée. Les vers qui en sont atteints languissent et se meuvent péniblement. Leur peau, luisante et distendue, laisse échapper un liquide trouble qui salit les objets, feuilles ou vers sains, placés au contact du ver malade.

M. Bolle a reconnu que le liquide trouble, recueilli à la surface de la peau des vers gras, remplit aussi la cavité générale de leur corps. Examiné au microscope, ce liquide se montre rempli d'une infinité de corps polyédriques, d'une dimension moyenne de 4 millièmes de millimètres; ces corpuscules ne paraissent pas organisés; quoique leur consti-

tution chimique soit encore mal connue, ils présentent, vis-à-vis des réactifs chimiques, des réactions communes aux composés albuminoïdes.

La grasserie ne paraît être ni contagieuse, ni héréditaire. Néanmoins, on a vu un grand nombre de vers de la même chambrée périr de la grasserie. Il est prudent, en ce cas, de traiter les cocons en vue de la production de la soie et de ne pas les consacrer au grainage.

En résumé, la grasserie est encore imparfaitement connue, et si son étude a été jusqu'à présent négligée, c'est qu'elle occasionne aux éleveurs de vers à soie des dommages relativement minimes.

IV. LA CHRYSALIDE

Au bout de trois ou quatre jours le ver à soie, qui a trouvé sur la bruyère une place favorable à la confection de son cocon, a terminé son œuvre. A ce moment, en ouvrant le cocon, on trouve le ver presque immobile.

Les pulsations du vaisseau dorsal sont peu fréquentes, la peau est devenue d'un blanc laiteux, le corps s'est manifestement raccourci. Les jambes, l'éperon se flétrissent, tandis qu'au niveau du deuxième et du troisième anneau, des renflements s'accusent.

Trois jours après l'achèvement du cocon, l'animal subit une mue, appelée métamorphose, à cause des changements extraordinaires qu'ont subi sa forme extérieure et ses organes : il devient chrysalide. A la vérité, la transformation s'est opérée peu à peu, elle a commencé aussitôt après l'achèvement du cocon, mais elle ne s'accuse qu'après la disparition de la cuticule qui enveloppait le ver. Au sortir de cette dépouille, la chrysalide se présente en une masse ovoïde allongée, dont tous les appendices sont collés au corps (fig. 17).

Sa consistance est nulle, sa couleur jaune clair, un liquide suintant mouille toute la surface du corps. Au bout de quel-

ques heures, ce liquide se solidifie en un vernis brillant donnant à l'animal une couleur jaune doré ou brune; en même temps, le corps s'affermit et la chrysalide prend une forme précise qu'elle conservera quelques jours. La moitié antérieure du corps est immobilisée par la carapace; l'autre moitié, au contraire, composée d'anneaux, est mobile; les stigmates y subsistent toujours, sous forme de fentes linéaires. Des ailes recouvrent toute la partie centrale, correspondant aux 4e, 5e, et 6e anneaux.

Malgré son apparence inerte, la chrysalide vit activement. Elle respire et périt rapidement par asphyxie. Réaumur a constaté que les stigmates servent à la rentrée et à la sortie de l'air, mais que les stigmates antérieurs seuls fonctionnent chez la chrysalide adulte.



Fig. 17. — Chrysalide du *Bombyx* du mûrier.

MM. Regnault et Reiset ont trouvé qu'un kilogramme de chrysalides consommait, en une heure, 0gr,242 d'oxygène, dont un peu plus de la moitié était transformé en acide carbonique. Elles exhalent aussi une quantité relativement considérable de vapeur d'eau. Les chrysalides sont fort sensibles à l'action d'une foule de gaz ou de vapeurs : le chlore, l'ammoniaque, l'acide sulfureux, l'acide sulfhydrique, pour ne citer que les plus actifs parmi ces agents, les font périr en peu de temps.

Les phénomènes respiratoires dont les chrysalides sont le siège expliquent, dans une certaine mesure, la perte de poids que subissent les vers après leur métamorphose.

Dandolo a constaté qu'un ver mûr prêt à filer, pesant 3gr,66, donne un cocon qui pèse, le huitième jour, 2gr,18. La chrysalide renfermée dans ce cocon atteignait le poids de 1gr,84, soit en résumé :

Coque.	0,34
Chrysalide..	1,84
Perte.	1,48
Poids du ver. . . .	3,66

L'influence de la température sur les chrysalides se manifeste par des phénomènes très curieux : des cocons récoltés le sixième jour laissent échapper les papillons au bout de dix ou quinze jours, s'ils sont soumis à une température de 30 à 35° dans une atmosphère un peu humide. De 20 à 25°, le papillonnage n'a lieu qu'après vingt jours. Il ne se produit qu'au printemps suivant si l'on conserve les cocons dans une cave à 10-12° : à 2°, les chrysalides peuvent vivre un an. D'après M. Raulin, elles meurent si on les maintient pen-quatre mois à la température de 0°.

Le Dr Colosanti a montré qu'on pouvait porter les chrysalides à des températures très basses, sans les faire périr, mais à la condition de les y laisser peu de temps : c'est ainsi que des cocons de dix jours maintenus quarante-huit heures à — 10°, puis réchauffés doucement à 20° ont donné leurs papillons après vingt à vingt-cinq jours.

Ces phénomènes ont beaucoup d'analogie avec ceux que présentent des œufs de vers à soie. M. Raulin a étudié spécialement les vers de l'ailante *(Bombyx Cynthia)* dont les chrysalides passent l'hiver dans leurs cocons et papillonnent au printemps suivant : les faits découverts par M. Raulin, montrent que le sommeil et le réveil des chrysalides ressemblent beaucoup au sommeil et au réveil des œufs. A ce point de vue, il est permis de dire avec ce savant que « la chrysalide est au papillon ce que l'œuf est à la larve ».

On retrouve chez la chrysalide les maladies du ver.

La larve atteinte de la muscardine peu de temps avant la montée, donne une chysalide qui meurt muscardinée. Elle devient dure et se recouvre d'efflorescences blanchâtres : le cocon contient moins de soie que s'il était sain. Le poids de la chrysalide muscardinée subit une diminution très considé-

rable. D'après Dandolo, mille quatre cents quarante-deux cocons muscardinés pèsent 1 kilogramme, et renferment 358 grammes de soie, tandis que, pour former 1 kilogramme, il faut environ cinq cents cocons sains renfermant 154 grammes de soie. La muscardine contractée par le ver au moment de la montée, tue toujours la chrysalide, et le papillonnage ne peut avoir lieu.

La pébrine, au contraire, ne tue pas les chrysalides : les papillons prennent naissance normalement, mais ils produisent des œufs infectés de corpuscules. Nous avons vu que ces œufs soumis à l'éclosion donnent des vers destinés presque sûrement à mourir pébrinés : M. Pasteur a trouvé une méthode qui permet de reconnaître et d'éliminer les papillons pébrinés. Elle sera décrite dans un chapitre suivant.

Les vers atteints de grasserie tissent parfois leur cocon et deviennent chrysalides, mais leur évolution ne va pas plus loin : leur corps se réduit en une bouillie noire qui tache les cocons. On les désigne sous le nom de gras fondus.

La flacherie peut s'étendre non seulement aux chrysalides, mais encore aux papillons; ces papillons donnent des graines : on a remarqué que les vers qui proviennent de leur éclosion sont débiles et prédisposés à contracter la flacherie. Il y a donc intérêt majeur à ne pas destiner à la reproduction les papillons atteints de flacherie; malheureusement on ne dispose pas de moyens sûrs pour les déterminer : parfois l'examen microscopique de la poche stomacale des chrysalides révèle l'existence des chapelets de grains, caractéristiques de la flacherie : mais parfois ce caractère fait défaut. Il est vrai que, souvent, on est averti de la présence de la flacherie dans une chambrée, par la mort des vers avant la montée, par la présence de cocons fondus, par la mauvaise odeur des cocons dont les chrysalides subissent la fermentation putride.

La chrysalide, malade ou saine, qui peut effectuer dans les conditions à peu près normales son développement, com-

mence une nouvelle transformation, dès qu'elle est âgée de quatre ou cinq jours; peu à peu elle devient papillon. Sans décrire en détail les modifications qu'elle subit, nous esquisserons brièvement leurs points principaux : dans l'œsophage, s'amasse un liquide alcalin qui permettra au papillon de ramollir et de percer la paroi du cocon. Les appareils producteurs de la soie s'atrophient : les organes génitaux s'organisent et se développent.

Peu à peu, à mesure que la chrysalide avance en âge, le papillon se forme de plus en plus. Bientôt, il ne reste plus de la chrysalide que l'enveloppe superficielle; mais avant d'aborder l'étude des papillons, il convient d'examiner l'enveloppe même du cocon, représentant le produit de la secrétion et du travail du ver.

V. LE COCON

Les chrysalides enfermées dans le cocon se transforment assez rapidement en papillons, qui percent leur enveloppe soyeuse; de ce fait le cocon ne peut plus se dévider, il perd beaucoup de sa valeur : au lieu d'être la matière première normale du fil de soie, il devient un déchet, d'où l'on ne peut plus retirer qu'une quantité de soie moins considérable et d'une moindre valeur.

Il est donc fort important de choisir, parmi les cocons, ceux qui doivent être affectés à la production de la graine et de réserver les autres, en vue de la production de la soie grège.

En étudiant les papillons, nous examinerons quel traitement doivent subir les cocons destinés au grainage.

Quant aux autres, qui forment d'ordinaire la masse principale des récoltes, on les soumet à l'action d'une température élevée, pour tuer les chrysalides, avant qu'elles aient eu le temps de se transformer en papillons. Cette opération porte le nom d'*étouffage*. Pour la pratiquer, on étale les cocons dans des corbeilles plates, et on les soumet à l'action d'une chaleur de 70 à 80°, dans une étuve à air chaud.

Dix minutes suffisent pour amener la mort des chrysalides mais il faut en réalité chauffer les cocons pendant deux heures, pour que les chrysalides atteignent la température indiquée. Dans certains cas, l'étuve est chauffée au moyen de la vapeur d'eau : on peut ainsi atteindre beaucoup plus rapidement la température de 70 à 80°, mais les coques se ramollissent et elles ont l'inconvénient de donner plus de déchets que lorsqu'elles sont chauffées dans l'air sec.

Certains praticiens ont proposé d'étouffer les chrysalides par l'action de gaz toxiques tels que l'acide sulfureux, l'hydrogène sulfuré, les vapeurs de sulfure de carbone, le gaz ammoniac. Mais M. Francezon a découvert que les cocons traités par ces procédés, fournissaient une soie moins abondante, et d'un rendement moindre : cet expérimentateur, a constaté que l'oxyde de carbone, l'acide carbonique, l'hydrogène, le protoxyde d'azote ne faisaient pas périr les chrysalides.

L'étouffage par l'élévation de température paraît donc être, jusqu'à présent, le seul qui doive être mis en œuvre ; mais avant de soumettre les cocons à ce traitement, ils subissent un certain nombre d'opérations préliminaires qui vont êtres énumérées rapidement.

Tout d'abord, on enlève les matières étrangères, les débris ayant pu s'attacher à leur surface ; puis on ébourre le cocon, en enlevant les premiers fils que le ver a jetés sur la bruyère pour fixer l'emplacement qu'il a choisi : cette première enveloppe connue sous le non *blaze*, forme un déchet qui est utilisé.

Les cocons écrasés et les cocons fondus sont mis à part ; on élimine également les cocons doubles, formés de deux cocons accolés, mais ne comprenant qu'une cavité intérieure qui renferme les deux chrysalides. Ils ont moins de valeur que les cocons ordinaires, et ne peuvent se dévider comme eux. Toutefois, un usage en tolère une proportion de 4 à 5 pour 100 dans les races indigènes.

Dès que les lots de cocons sont formés, on les pèse et on les livre aux filateurs. La pesée ne doit pas être trop différée, car les cocons perdent continuellement de leurs poids. Dandolo a relevé les variations de poids de 100 kilogrammes de cocons, pesés à la récolte, la température moyenne étant de 22°. Il a obtenu les résultats suivants:

	POIDS
A la récolte.	100 kilogrammes
Au bout de 1 jour.	99,1
— 2 jours.	98,2
— 3 —	97,5
— 4 —	97
— 5 —	96,6
— 6 —	96
— 7 —	95,2
— 8 —	94,3
— 9 —	93,4
— 10 —	92,5

Différents observateurs ont relevé les poids moyens des cocons suivant les races. Les cocons les plus légers pèsent $1^{gr},25$, les plus lourds atteignent $2^{gr},5$. Les premiers sont de race japonaise, il n'en faut pas moins de huit cents pour peser 1 kilogramme ; on trouve dans 1 kilogramme de quatre à six cents cocons de race milanaise.

La soie proprement dite, la *coque*, représente 14 à 16 pour 100 du poids total, dans les mâles, 11 à 13 pour 100 seulement dans les cocons femelles.

Dandolo a trouvé que sur 100 kilogrammes de cocons milanais on trouvait :

Chrysalides..	84,200
Dépouilles.	0,450
Coques soyeuses.	15,350

Ces $15^{kg},350$ de coques fournissent au filateur de 8 à 10 kilogrammes de soie : le reste constitue des déchets de filature : leur utilisation sera exposée plus loin.

Si l'on examine la structure du cocon, soit au moment où

le ver tisse les enveloppes superficielles, soit en regardant au microscope un fragment de cocon terminé, qu'on déchire à sec, on trouve que la bave soyeuse a la forme d'une lanière aplatie trois ou quatre fois plus large qu'épaisse. M. Haberlandt a mesuré la largeur de ces baves pour diverses races, et pour les différentes couches du cocon, il a obtenu les résultats suivants :

LARGEUR EN MILLIMÈTRES D'UNE BAVE SOYEUSE

RACE	COUCHES EXTERIEURES DU COCON	COUCHES MOYENNES	COUCHES INTÉRIEURES
Jaune milanais. . . .	0,030	0,040	0,025
— de France. . .	0,025	0,035	0,025
Vert Japon.	0,030	0,040	0,020
Blanc Japon.	0,020	0,030	0,017
Bivoltins verts. . . .	0,025	0,035	0,020

On constate en outre que les baves soyeuses forment un brin continu, disposé en paquets ayant la forne d'un huit, (fig. 18). On conçoit que grâce à cette disposition les baves,

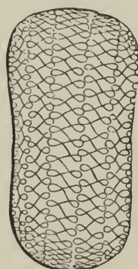


Fig. 18. — Structure du cocon, d'après Laboulaye, *Dictionnaire des arts et manufactures.*

pour les cocons normaux, puissent se dévider facilement. Par contre, les cocons percés, les cocons doubles, les cocons secs ou fondus, les cocons percés par les rats, ne peuvent

plus être utilisés de la même façon. Ils passent dans la catégorie des déchets et doivent subir un traitement spécial.

Les cocons sains constituent la matière première des filatures de soie : nous aurons l'occasion de voir en détail comment on les transforme en fils. La sériciculture arrête au point où nous nous trouvons une partie de sa tâche; mais la portion la plus ardue n'est pas encore accomplie : il lui faut maintenant, assurer la production de la graine, et préparer de nouvelles générations de vers, capables d'accomplir à leur tour le cycle de leurs transformations : l'étude du papillon montrera quelles difficultés restent à vaincre, on verra par quels efforts l'art du sériciculteur, aidé de la science, est arrivé à les surmonter.

VI. LE PAPILLON

Les cocons récoltés vers le dixième jour après la montée, soumis à la température de 20 à 25°, laissent échapper au bout d'un certain temps, dix-huit ou vingt jours en moyenne, un papillon qui provient de la transformation de la chrysalide.

Nous avons vu comment la chrysalide, par des modifications successives, se métamorphosait peu à peu jusqu'au moment où le papillon tout formé, n'était plus recouvert que par l'enveloppe superficielle de la chrysalide : la peau devient de moins en moins adhérente, elle s'isole de la partie abdominale du papillon, elle se fend ensuite sur la ligne dorsale : le papillon retire alors ses pattes, ses antennes, et rejette en arrière son ancienne dépouille.

En cet état, sa tête touche la paroi intérieure du cocon, au niveau de sa partie supérieure : deux ou trois gouttes de liquide alcalin, ayant la propriété de décoller les fils de soie, s'écoulent de la bouche de l'animal; il écarte, sans les rompre, avec ses pattes, les fils de la paroi contre laquelle il est appliqué, puis engage sa tête et son thorax dans l'orifice qu'il s'est

ouvert : finalement, il sort tout entier de la coque, en tachant parfois l'orifice de ses déjections.

Tout humide à la sortie du cocon, un quart d'heure suffit pour rendre ses écailles sèches et dures, étendre ses ailes et les rendre rigides. L'animal, en cet état, a le corps couvert de poils écailleux d'un blanc mat, parfois teintés de brun.

Son corps se compose de trois parties principales, la tête, le thorax et l'abdomen (fig. 19, 20). La tête est pourvue d'antennes, d'une paire d'yeux, de mâchoires, de palpes labiaux. Chaque œil est formé de dix mille petites cornées, d'un diamètre de $0^{mm},3$, enchâssées dans autant d'hexagones réguliers juxtaposés. On considère les antennes comme l'organe de l'odorat.



Fig. 19. — Papillon mâle, *Bombyx* du mûrier.



Fig. 20. — Femelle pondant, *Bombyx* du mûrier.

Le thorax comprend trois anneaux distincts : le prothorax présentant une paire de pattes et une paire de stigmates, le mésothorax et le métathorax pourvus chacun d'une paire d'ailes et d'une paire de pattes.

L'abdomen est formé de neuf anneaux, dont les sept premiers portent des stigmates. Les deux derniers anneaux présentent de grandes différences suivant les sexes de papillons. La description des organes intérieurs nous entraînerait trop loin, et dépasserait les limites fixées à cette

introduction : si l'on compare, dans son ensemble, l'organisme du papillon à celui du ver, on remarque que les organes de la digestion et de la production des soies ont presque disparu ; ils n'ont plus qu'une importance très faible, tandis que les organes reproducteurs qui n'existaient pas chez le ver, sont les plus développés chez le papillon.

Les fonctions physiologiques du papillon ne sont pas exactement connues : l'animal respire, exhale de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau, mais il ne prend aucune nourriture. Sa vie est fort courte, elle varie beaucoup avec les circonstances atmosphériques; ralentie par le froid et l'humidité elle s'accélère par l'action d'un air chaud et sec. Le papillon vit en moyenne une douzaine de jours, mais suivant sa force de résistance, et l'action des influences extérieures il peut périr au bout de vingt-quatre heures ou prolonger au contraire son existence jusqu'à trente jours.

C'est d'ordinaire le matin entre cinq heures et huit heures que le papillonnage des cocons s'effectue. A peine sortis de leurs cocons, les papillons mâles s'approchent des femelles et l'accouplement a lieu. Sa durée est fort variable : il dure parfois une demi-heure, et se prolonge souvent dix heures et même davantage. On a reconnu que pour être fécond, sa durée devait dépendre de la température : un accouplement d'une heure suffit à 20 Réaumur. A 16 Réaumur il devrait se prolonger cinq ou six heures. En général on le limite à cette durée.

Les croisements entre les diverses races se font sans difficultés : cette particularité permet de modifier, dans une certaine mesure, les races productrices; on l'a utilisée pour l'élevage d'espèces résistant à la flacherie.

Les phénomènes de la fécondation des femelles ont été étudié en détail par Cornalia et Balbiani, nous renvoyons à ces deux savants ceux de nos lecteurs qui seraient tentés d'approfondir l'étude de cette question.

Peu de temps après l'accouplement, la ponte des œufs com-

mence. Malpighi a montré que la fécondation s'opère par le passage des œufs dans l'oviducte. On reconnaît facilement les œufs fécondés qui changent de couleur au bout de cinq ou six jours et passent de la nuance jaune clair au gris cendré ou au jaune terreux : les œufs non fécondés restent jaune clair et se dessèchent bientôt.

La ponte et la fécondation sont en rapport étroit avec l'état de santé des papillons générateurs : or, les papillons sont sujets à la plupart des maladies qui ont été étudiées à propos du ver.

Maladies du papillon. — Une chrysalide muscardinée meurt sans donner de papillon : mais un papillon sain peut contracter la muscardine : exposé à l'action des spores du *Botrytis bastiana*, il meurt en moins de trois jours : on trouve tout l'organisme rempli de filaments caractéristiques de la muscardine.

Fréquemment, les papillons sont malades de la pébrine, et renferment des corpuscules : ces papillons proviennent de vers pébrinés. Si le mal est aigu, les papillons se montrent débiles, leurs flancs sont noirâtres ; presque tous les œufs contiennent des corpuscules. Quand la maladie est peu avancée, les papillons présentent tous les signes extérieurs de la santé ; mais si on les examine au microscope, on découvre un grand nombre de corpuscules. La plupart des œufs pondus sont corpusculeux : soumis à l'éclosion, ces œufs donneraient naissance à des vers destinés à périr presque sûrement de la pébrine.

Cornalia signala le premier la présence des corpuscules dans les papillons. Cantani eut même l'idée de sélectionner les papillons et d'affecter au grainage ceux qui se montraient à l'examen microscopique exempts de corpuscules ; mais ces essais ne donnèrent que de médiocres résultats. Pasteur, sans connaître les recherches de Cantani, étudia l'action des corpuscules : il établit scientifiquement qu'ils

étaient la cause de la pébrine, et institua une méthode sûre, permettant par une sélection convenable, d'obtenir des graines exemptes de corpuscules. Cette méthode sera décrite plus loin.

Les papillons provenant de chambrées atteintes de flacherie, meurent souvent après deux ou trois jours d'existence. Quelques-uns ont l'abdomen lourd et pendant, la poche stomacale distendue et volumineuse; d'autres renferment des vibrions; mais il n'existe pas de marques nous permettant de trier les papillons malades de flacherie des papillons sains : aussi est-il prudent, quand un lot de papillons présente des sujets atteints de flacherie, de rejeter le lot tout entier et de ne point l'affecter au grainage.

Du Grainage

De tous les éléments qui peuvent influer sur l'éducation des vers à soie, le plus important à coup sûr réside dans la choix de la graine.

De tout temps on a pratiqué le triage des papillons destinés à la production de la graine (fig. 21). L'étude des maladies du ver à soie, de la chrysalide, du papillon, ont montré que les causes morbides se retrouvaient dans les œufs provenant de sujets malades : la loi d'hérédité semblait indiquer que les œufs renfermant des germes de maladie étaient destinés à produire des vers condamnés à succomber sous l'influence du développement de ces germes. L'expérience à pleinement confirmé cette vue *a priori*. C'est à Pasteur que revient la gloire d'avoir démontré cette vérité. La sériciculture est redevable à ce savant d'une méthode rationnelle de sélection des graines, permettant d'éliminer tous le œufs renfermant des germes de maladie; nous allons l'exposer avec quelques détails.

Le système Pasteur pour la confection des graines se borne à deux règles qui s'énoncent ainsi :

1° Sélectionner les chambrées, afin d'opérer l'exclusion des éducations atteintes de flacherie ;



Fig. 21. — Le triage des papillons destinés à la production de la graine au Japon.

2° Sélectionner les papillons, pour éliminer les pontes des sujets corpusculeux.

L'application de cette méthode entraîne à faire des éducations spéciales de vers destinés au grainage ; à l'origne, on

doit choisir des graines aussi saines que possible et organiser avec elles des éducations réparties dans de petites chambrées ; les chambrées doivent être isolées les unes des autres ; il est avantageux de les séparer des chambrées de vers destinées à l'étouffage.

La nourriture de ces chambrées est particulièrement soignée. Une observation attentive permet de relever tous les cas de muscardine, de flacherie, de pébrine qui pourraient s'y présenter.

Après la montée, on pourra éliminer déjà toutes les chambrées ayant donné des vers flats.

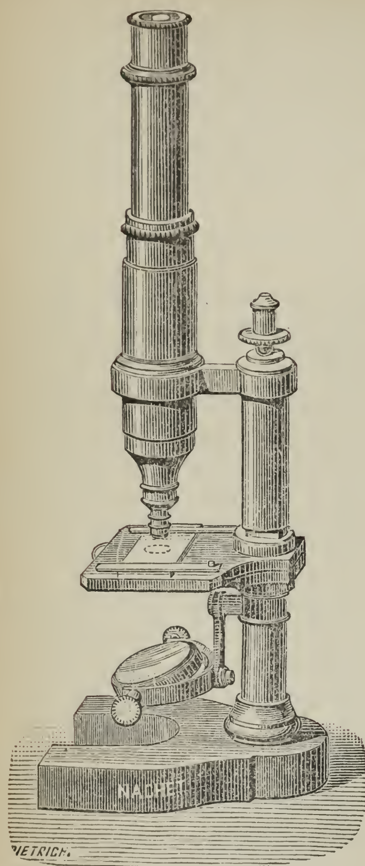
Sur les chambrées restantes, on recherchera la pébrine en vérifiant avec soin si les vers retardataires ne présentent pas les taches noires caractéristiques. Cet examen pourra amener encore, l'élimination d'une ou plusieurs chambrées.

Mais il sera nécessaire de pousser plus loin ces investigations. Quelques jours avant la récolte des cocons, on prélèvera une certaine proportion d'entre eux; le nombre des cocons entrant dans cet échantillon sera d'environ 2 à 3 pour 100 du nombre total composant le lot.

On portera ces cocons dans une étuve chauffée à 30 à 35°, de manière à devancer le papillonnage. Les papillons seront examinés au point de vue des corpuscules ; on pourra décider ainsi s'ils peuvent servir au grainage ou si, au contraire, ils y sont impropres. Dans ce dernier cas, les cocons du lot, en retard de quelques jours sur ceux de l'échantillon, puisqu'ils auront été maintenus à une température de 20 à 25°, pourront être étouffés avant que le papillonnage ait pu avoir lieu.

L'examen des papillons se fait au microscope (fig. 22), de la façon suivante : le papillon est placé dans un mortier en porcelaine avec un peu d'eau ; deux ou trois coups de pilon suffisent à l'écraser et à le transformer en bouillie aqueuse. On prend, au bout d'une baguette de verre, une goutte de cette bouillie, on la place sur une lame de verre, en la recouvrant d'une lamelle de verre très mince, et on l'examine au micro-

scope. Les appareils qu'on emploie pour cet usage doivent donner un grossissement de quatre à cinq cents diamètres.



On distingue très facilement les corpuscules. La figure 23 les montre, tels qu'ils apparaissent dans le champ du microscope quand on examine une goutte de bouillie, provenant d'un papillon corpusculeux.

L'opération que nous venons de décrire doit être répétée successivement sur les papillons renfermés dans tous les cocons formant l'échantillon ; la proportion



Fig. 22. — Microscope Nachet pour l'examen des papillons.

Fig. 23.— Corpuscules de la pébrine, grossis. 500, d'après E. Maillot.

de sujets corpusculeux qu'on arrive à déterminer de la sorte, pour l'échantillon, peut être considérée comme représentant aussi celle du lot.

Tous les éléments permettant de choisir définitivement les lots propres au grainage se trouvent ainsi déterminés : on récolte alors les cocons, on en forme, avec des fils, des sortes de guirlandes appelées *filanes* et on les suspend dans une chambre bien aérée.

Il faudra ensuite examiner, un à un, tous les papillons qu sortiront de leurs cocons, afin de ne soumettre à l'éducation aucun œuf qui soit corpusculeux. La présence d'une seule graine portant les germes de la pébrine aurait, en effet, pour conséquence de faire périr toute une chambrée. Mais, chaque œuf ne peut être l'objet d'un examen spécial ; il est beaucoup plus expéditif et tout aussi probant, au point de vue de la recherche des corpuscules, d'examiner au microscope, les papillons plutôt que les œufs. Pour que cet examen ait toute sa valeur, il est nécessaire d'isoler les couples de papillons et d'opérer la ponte en cellules. Cette méthode porte le nom de grainage cellulaire (système Pasteur).

On surveille, de grand matin, la sortie des papillons et, dès qu'un couple est formé, on l'isole dans un petit sachet de mousseline ; il suffit même d'employer un morceau de toile de douze à quinze centimètres de long sur huit à dix de large, suspendu à des cordes ; mais il faut alors que ces toiles-cellules soient assez distantes les unes des autres pour que les papillons ne puissent aller sur la toile voisine. Les couples étant mis le matin sur les toiles, on sépare les mâles l'après-midi et on enferme chacun d'eux, avec une épingle dans un repli de la toile correspondante (fig. 24). Lorsque la femelle a pondu ses œufs, on la fixe également sur la toile : les deux papillons sont ensuite pilés et examinés au microscope. S'ils se montrent exempts de corpuscules, leurs œufs peuvent être employés à l'éducation.

Malgré la complication que présente le grainage cellulaire, les résultats qu'il fournit atteignent un tel degré de sûreté, que tous les éducateurs soigneux l'ont adopté pour la préparation de leurs graines. Il est possible, du reste, d'obtenir

avec ce système, et en observant toutes les prescriptions nécessaires, de grandes quantités de graines. Il suffit de citer l'exemple de M. Susani, qui n'opère pas sur moins de quatre millions de cellules, sans compromettre en rien la rigueur de la méthode.

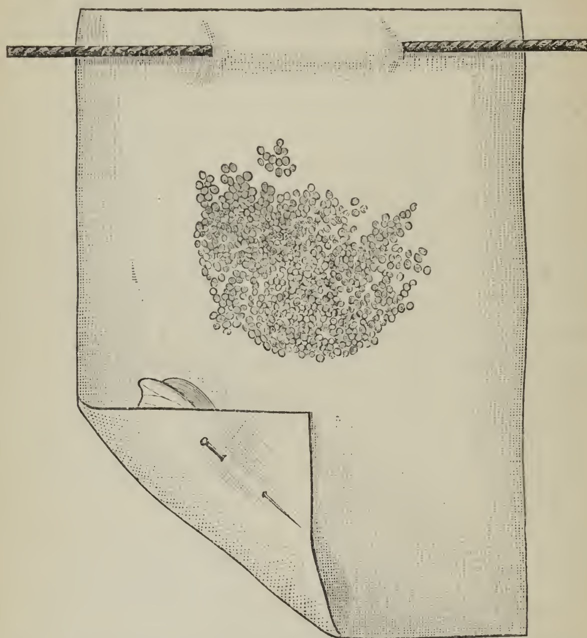


Fig. 24. — Toile-cellule (isolement de la femelle seule), d'après L. Pasteur.

Une division rationnelle du travail, un contrôle permanent, assurent la bonne exécution et la sûreté de ces manipulations délicates et multiples.

L'étude du grainage nous ramène au premier chapitre de cette introduction ; le cycle des transformations du ver se trouve terminé. Mais avant d'abandonner la sériciculture pour aborder les fils de soie, il est utile d'indiquer quelles règles pratiques doivent être suivies dans les éducations de vers à soie,

VII. ÉLEVAGE INDUSTRIEL DES VERS A SOIE

L'éleveur de vers à soie doit se préoccuper surtout d'obtenir des rendements élevés ; une once de 25 grammes de graine peut donner jusqu'à 60 kilogrammes de cocons ; si l'on opère dans des conditions médiocres, on n'obtient qu'une moyenne de 20 kilogrammes. Avec un rendement aussi faible, il n'est pas possible de compenser les frais d'éducation qui s'élèvent, pour une once, à cent francs environ.

Tout d'abord, la graine doit être bonne ; elle ne doit provenir ni de chambrées ayant eu des morts flats, ni de papillons corpusculeux.

Ensuite, l'élevage proprement dit doit être réglé sur les meilleures traditions des auteurs anciens, amendé par les données scientifiques qui ont été réellement acquises sur la physiologie et la pathologie des vers à soie.

Deux principes généraux doivent être appliqués pendant toute la durée de l'éducation. Les vers doivent être conduits de façon à être *égaux* de taille ; leur *espacement* doit être tel qu'ils puissent aisément se nourrir, se mouvoir, respirer et subir leurs mues.

On a reconnu que les chambrées composées de vers égaux donnaient les plus forts rendements. L'application de ce principe d'égalité demande des soins constants. Après l'éclosion, les levées différentes sont tenues à part et nourries ensemble. Après chaque mue, on attend, avant de donner les repas, que la moitié au moins des vers soit en état de manger, pour éviter que certains sujets ne grossissent plus vite que les retardataires. La température doit être maintenue aussi uniforme que possible pour les vers de même âge ; cette condition est essentielle, pour que le développement puisse s'effectuer d'une manière uniforme.

Les vers doivent être espacés : il est facile de calculer la



Fig. 25. — Éducation du ver à soie en Chine.

surface qui leur est nécessaire, en admettant, conformément aux prescriptions de la pratique, qu'un ver doit disposer d'une surface trois fois plus grande que celle qu'il occupe lorsqu'il est immobile. Sachant qu'une once de graine de vingt-cinq grammes, donne à l'éclosion trente mille individus, connaissant les dimensions moyennes des vers aux divers âges, on trouve que les vers provenant de l'éclosion d'une once de graines doivent occuper les surfaces suivantes :

De l'éclosion à la 1re mue..	1	mètre carré
De la 1re mue à la 2e.	3	—
De la 2e mue à la 3e.	9	—
De la 3e mue à la 4e.	22	—
De la 4e mue montée.	60	—

En réalité, on peut diminuer un peu ces espaces dans les les deux dernières périodes, sans nuire à l'éducation.

Pour obtenir des surfaces aussi considérables, il est indispensable de loger les vers à soie sur des claies superposées (fig. 25, 26). Chaque claie a, d'ordinaire, soixante-dix à quatre-vingts centimètres de largeur, de façon que le bras puisse y manœuvrer commodément ; leur longueur peut être illimitée ; les claies forment différents étages séparés les uns des autres par des distances de trente à quarante centimètres.

La surface des claies, occupée par les vers, augmente rapidement ; de l'éclosion à la quatrième mue, elle passe de un à soixante mètres. Il est donc nécessaire, de temps en temps, pour obtenir l'espacement des vers, d'enlever un certain nombre d'entre eux et de les installer sur de nouvelles claies. Cette manœuvre s'effectue au moyen du papier à déliter (fig. 27, 28). Ce sont des feuilles de carton mesurant vingt-cinq centimètres sur quarante pour le premier âge, cinquante sur quatre-vingts pour le dernier. Elles sont percées de trous, correspondant à la grosseur des vers à soie qu'on veut enlever. Pour déliter, on place le papier à déliter sur les claies occupées par les vers, et on les recouvre de feuilles ; les vers ne tardent pas à s'engager dans les trous du papier

et à venir s'installer sur sa face supérieure. Lorsqu'ils s'y sont accumulés en nombre suffisant, on dispose les papiers en les espaçant au besoin, sur une claie non occupée.

Toutes les claies sont installées, d'ordinaire, dans des

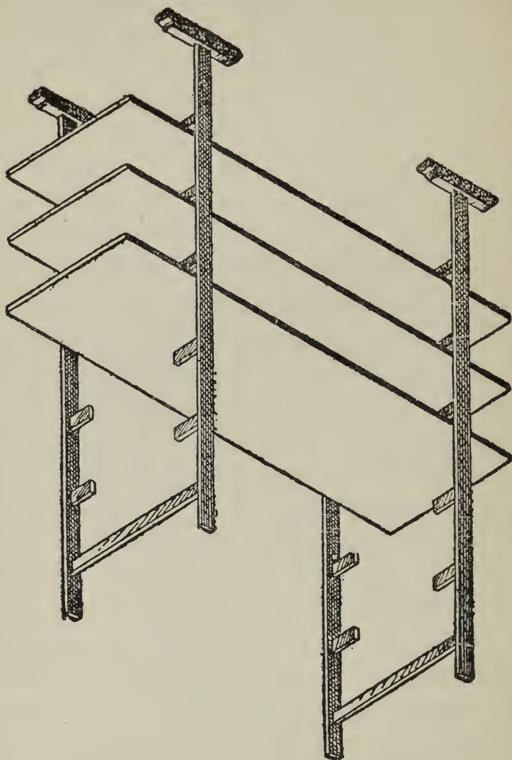


Fig. 26. — Claies ou étagères à ver à soie; chaque étage mesure $2^m,40 \times 0^m,75$, d'après E. Maillot.

locaux spéciaux appelés *magnaneries*; l'éducateur des vers à soie porte le nom de *magnanier*.

L'organisation d'une magnanerie doit satisfaire à un certain nombre de conditions. La plus importante réside certainement dans une bonne ventilation.

Il est indispensable, en effet, de fournir aux vers une quantité suffisante d'oxygène. L'atmosphère au sein de laquelle

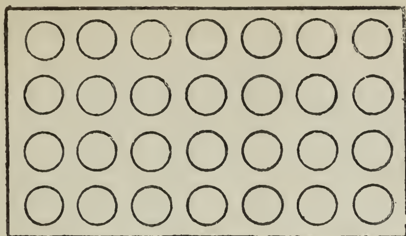


Fig. 27. — Papier à déliter, vraie grandeur, pour le premier âge, d'après E. Maillot.

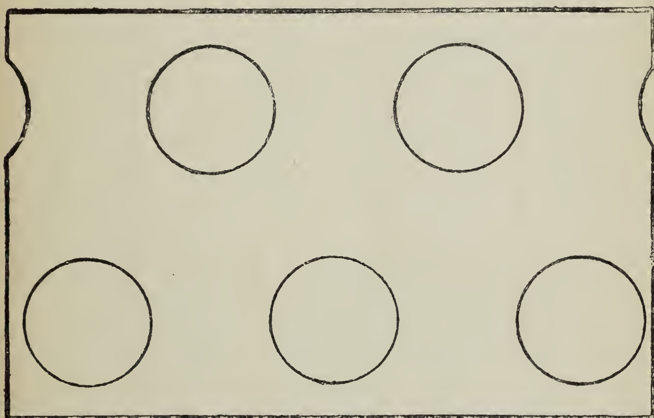


Fig. 28. — Papier à déliter, vraie grandeur, pour le dernier âge, d'après E. Maillot.

ils respirent, si elle n'était pas renouvelée, serait bientôt viciée par l'acide carbonique et la vapeur d'eau qu'ils éliminent constamment, dans l'acte respiratoire. Depuis longtemps, on a reconnu l'utilité de l'air sec pour la bonne réussite des éducations. Dans une atmosphère humide, les vers végètent, les litières s'altèrent, et les maladies se développent avec une fréquence qui a été maintes fois constatée.

Pour observer cette condition, on a dû adopter des dispo-

sitions spéciales ; toutes les fois qu'on élève des vers à soie en quantités un peu considérables, on est amené à conduire les éducations dans des locaux spéciaux, appelés magnaneries : la ventilation de ces locaux, constitue, on peut le dire, un des points les plus importants de leur installation.

La magnanerie des Cévennes (fig. 29) se compose essentiellement d'un bâtiment haut et étroit, formé de trois étages : en bas, une sorte de cellier vouté, supporte la magnanerie proprement dite composée d'étages successifs de claies, se développant presque jusqu'au toit. A chaque encoignure des quatre angles du bâtiment est établi un fourneau chauffé avec des débris de houille, pour produire la ventilation ; l'air chaud traverse, en vertu de sa faible densité la magnanerie de bas en haut, et s'échappe par le toit.

Dandolo créa un type de magnanerie mieux étudié, constituant un progrès marqué sur les magnaneries des Cévennes. La ventilation était établie par des ouvertures nombreuses, pratiquées dans les murs de la magnanerie : ces ouvertures peuvent être à volonté ouvertes ou fermées ; des cheminées, dans lesquelles on pouvait allumer et entretenir des feux flambants, assuraient la ventilation verticale ; un ou plusieurs poêles, indépendants des cheminées, devaient pourvoir au chauffage. Dandolo a décrit minutieusement trois types de magnanerie : si nous prenons pour exemple le plus grand, destiné à élever vingt onces de graine, nous verrons qu'il comprenait un bâtiment de 25 mètres de long, 10 mètres de large et 6 mètres de hauteur ; seize ouvertures : cinq fenêtres au nord, cinq au midi, trois au couchant, et trois portes au levant, fournissaient la lumière; sept soupiraux dans le sol, huit sous le toit, treize dans les murs assuraient la ventilation, complétée par six cheminées, et un grand fourneau servant au besoin au chauffage.

Le système Dandolo, quoique paraissant un peu compliqué, à l'avantage de pouvoir s'appliquer à tous les locaux sans exiger de bâtiment spécial.

En 1836, Darcet créa la magnanerie à ventilation forcée (fig. 30). Un calorifère intérieur percé de trous introduit, dans une gaine placée sous le plancher de la magnanerie, un cou-

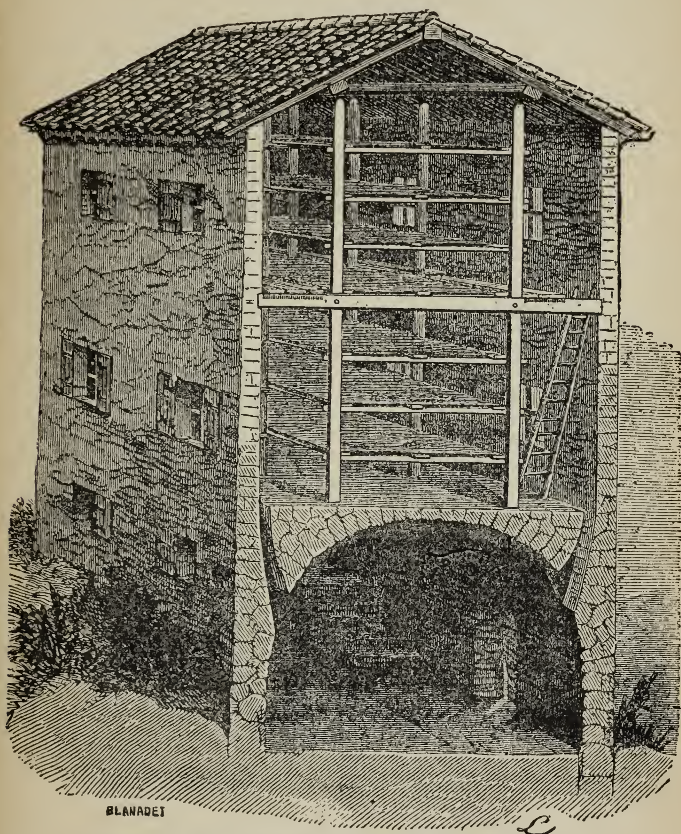


Fig. 29. — Magnanerie des Cévennes, d'après L. Pasteur.

rant d'air chaud ; à la partie supérieure des chambres, une cheminée d'appel, aidée au besoin d'un ventilateur, extrait les gaz viciés et renouvelle constamment l'atmosphère de la magnanerie.

Des modifications ont été apportées à la magnaniere Darcet ; M. Robinet emploie un ventilateur comme propulseur, le place dans un local spécial chauffé par un poèle, et envoie dans les chambres de l'air qui les traverse de bas en haut et

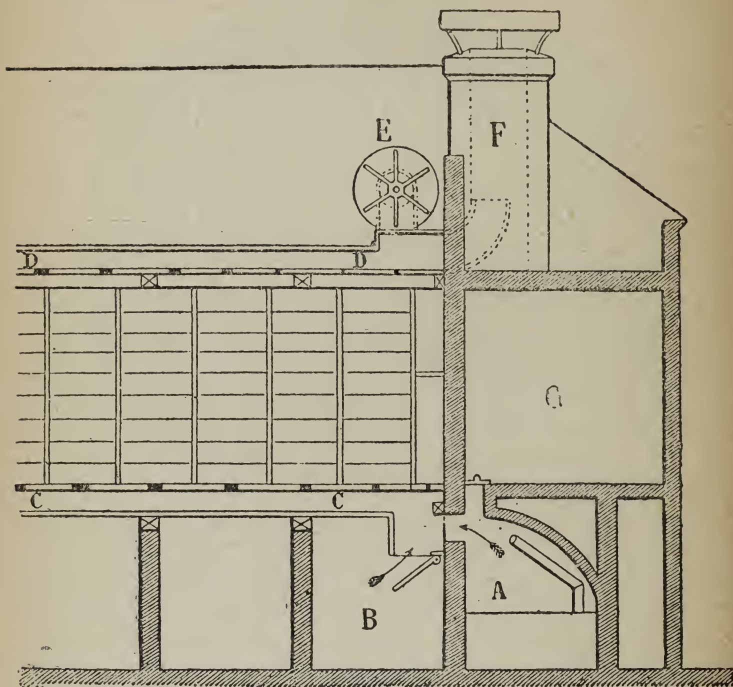


Fig. 30. — Magnanerie Darcet, d'après E. Maillot.

A, calorifère ; B, entrée d'air frais ; C, D, gaines pour l'entrée et la sortie de l'air ; E, tarare ; F, cheminée ; G, salle d'incubation.

s'échappe ensuite par les orifices placés dans le plafond. M. Aribert renverse la ventilation. Il fait arriver par le haut des chambres l'air chaud d'un calorifère. Cet air, constamment refoulé par les nappes gazeuzes venant du calorifère, descend jusqu'au plancher, et s'échappe à ce niveau par une cheminée d'appel.

Ces différents modèles de magnaneries, que nous ne pou-

vons décrire ici que trop sommairement, présentent tous de réels avantages : on remarque que, suivant les pays, tel ou tel type se trouve préféré; sans doute parce qu'il s'adapte le mieux possible aux conditions climatériques de cette région.

Alimentation. — Nous avons vu quelle était la quantité de feuilles de mûrier nécessaire à la nourriture des vers provenant d'une once de graine : mais lorsque le magnanier doit se procurer par avance les mûriers capables de produire toute la feuille qui sera nécessaire à ses chambrées, il doit distinguer la feuille jeune de la feuille adulte. La première est cueillie avant d'avoir atteint toute sa croissance; de telle sorte que les 700 kilogrammes de feuilles, nécessaires à l'alimentation des vers provenant d'une once, correspondent, en réalité, à 1100 ou 1200 kilogrammes de feuille adulte.

Il faut une grande habitude pour déterminer le nombre de mûriers nécesaire à l'éducation d'une once. D'après M. de Gasparin, des mûriers, plantés à 7 mètres de distance, produiraient sous le climat du Vigan, au printemps :

	kg.	
A 1 an.	0,900	de feuilles
2 ans..	3,200	—
4 —	11,400	—
6 —	25,700	—
8 —	42,600	—
10 —	52,800	—
12 —	69,900	—
14 —	77,600	—
16 —	88,600	—
18 —	94,300	—
20 —	98,200	—
22 —	100 »	—

Pendant vingt ans encore, la production se maintient à 100 kilogrammes, puis elle décline peu à peu, jusqu'à la mort du mûrier qui se produit vers sa soixantième année.

On recueille la feuille de mûrier dans des sacs de toile maintenus ouverts au moyen d'un cerceau : la feuille fortement tassée s'y échaufferait rapidement, si on ne la répandait, en couche de 20 à 30 centimètres, sur un sol propre, dans un

local frais. Généralement, on ne la distribue aux vers, qu'au bout de vingt-quatre ou quarante-huit heures. Si la feuille est mouillée, on doit la faire sécher avant de la donner aux vers (fig. 31). Il est préférable d'attendre avant de la mettre sur les claies, que les feuilles aient pris la température de la chambrée : jusqu'à la troisième mue, on coupe la feuille en menus morceaux avant de la distribuer aux vers : cette opération se fait soit à la main, au moyen de couteaux bien propres, soit avec des machines appelées coupe-feuilles, maintenues constamment en parfait état de propreté.

Les feuilles peuvent servir de véhicules aux germes de maladies menaçant le ver à soie : que des spores de *botrytis*, des corpuscules de pébrine, existent sur les feuilles, les vers qui se nourriront seront exposés à périr de la muscardine ou de la pébrine.

Pour éviter ce danger, de grands soins doivent être apportés à la tenue des locaux servant à emmagasiner la feuille : dans les chambrées, on évitera les balayages produisant beaucoup de poussière; les litières seront emportées au dehors à une certaine distance de la magnanerie.

Toutes ces précautions, complétées par l'espacement des vers, permettent, si l'on est parti d'une graine saine, d'affronter les maladies, et de mener à bien les éducations.

Lorsque le ver arrive à maturité, le magnanier doit disposer sur les claies, des rameaux, le long desquels le ver à soie s'élève, et choisit une place pour tisser son cocon; on peut employer des branches de bruyère, de chêne, des sarments de vigne et en général toutes sortes de broussailles. Ces rameaux sont d'habitude disposés entre les claies, dont ils garnissent l'intervalle; leur pied repose sur la litière de la claie inférieure, et leur feuille monte jusqu'à la claie située immédiatement au-dessus. La figure 29 montre le dispositif adopté. L'ensemble de ces rameaux forme de petites cabanes, et l'on a donné, par suite, le nom d'encabanage à l'opération qui a pour but de les organiser.



Fig. 31. — Manière de faire tomber, au Japon, la rosée des branches de mûrier avant de les donner aux vers à soie.

Parfois on les fixe avec de petites charpentes. Dans certains pays on les dispose dans des locaux spéciaux, les vers sont

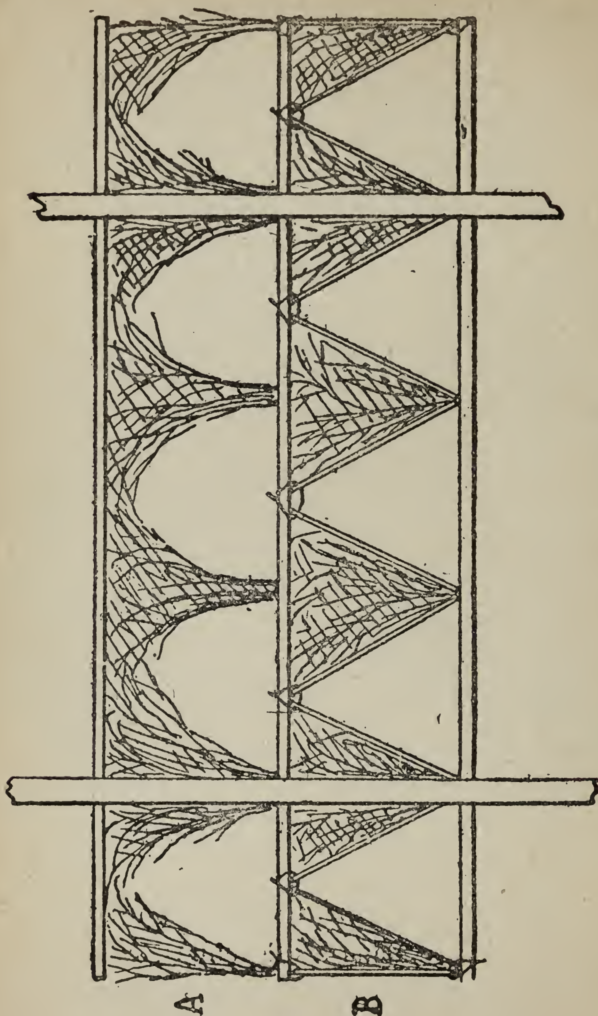


Fig. 32. — Encabanage, d'après E. Maillot.
A, encabanage avec bruyère ; B, encabanage avec la bruyère et les rateliers (échelle 1 : 20).

alors enlevés un à un des litières et portés sur les rameaux.

Quel que soit le système adopté, il est nécessaire que les

vers puissent disposer sur les bruyères d'un espace suffisant. En les entassant trop, on s'exposerait à voir deux vers s'enfermer dans la même enveloppe, et tisser des cocons doubles indévidables, destinés aux déchets.

Une température de 22 à 25°, un air sec, constituent les conditions les plus favorables à la confection des cocons. Au bout de sept ou huit jours, les cocons destinés à être vendus sont récoltés et mis en filanes ; ceux qui sont réservés pour le grainage sont laissés sur la bruyère quelques jours de plus.

Depuis longtemps on a reconnu que le rendement des cocons était en raison inverse de l'importance des éducations. Si l'on voit asssez fréquemment des chambrées d'une once produire cinquante kilogrammes de cocons, les éducations de quatre ou cinq onces, conduites dans le même local, ne produisent guère que vingt-cinq kilogrammes de cocons par once de graine. C'est que dans ce cas, les soins donnés aux vers sont moins parfaits, l'atmosphère est moins saine, la salubrité générale diminue à mesure que l'encombrement augmente.

Aussi beaucoup d'excellents esprits ont-ils préconisé les petites éducations. Il suffit, en effet, de quelques mûriers pour pouvoir alimenter les vers à soie provenant d'une once de graine. En partant de graines saines, sans installations spéciales, sans frais de main-d'œuvre pour ainsi dire, toutes les manipulations pouvant se faire à temps perdu, il serait facile dans chaque ferme des contrées du midi et du centre de la France, d'obtenir ainsi un profit modeste, mais presque assuré.

Voici, en effet, d'après Eugène Maillot [1], ancien directeur de la station séricicole de Montpellier, quel serait le prix de revient et le produit de l'éducation d'une once de graine dans ces conditions.

En élevant quatre ou cinq grammes de graines, le cultivateur obtiendra, à peu de frais, une vingtaine d'onces

[1] Maillot, *Leçons sur le ver à soie du mûrier*, Montpellier, 1885, in-8.

d'excellente graine qui serviront à ses éducations ultérieures; il devra se préoccuper seulement de faire hiverner sa graine dans un pays froid.

Dès la deuxième année, la graine ne lui coûtera pour ainsi dire rien ; s'il possède des mûriers, la feuille à l'état sec lui coûtera à peu près de huit à neuf francs les cent kilogrammes, soit environ trois francs pour cent kilogrammes de feuille fraîche ; nous avons vu que pour une once de graine il fallait compter mille à douze cents kilogrammes de feuille supposée adulte.

En ajoutant à la valeur de ces feuilles un franc cinquante par cent kilogrammes pour la cueillette, nous trouvons que la nourriture des vers coûtera pour une once :

1000 kilog. feuilles à 3 fr. les 100 kilog.	. . .	30 fr.
cueillette à 1,50 —	. . .	15
		45 fr.

Or, une once produit en moyenne, avec les petites éducations, quarante kilogrammes de cocons. En supposant qu'ils aient une valeur de quatre francs, on voit que le produit atteindra cent soixante francs. Le cultivateur retirera cent quinze francs de l'éducation d'une once ; les dépenses de main-d'œuvre, il est vrai seront à déduire de ce chiffre, mais pour de petites chambrées, les manipulations ne nécessitent pas de main-d'œuvre spéciale ; elles peuvent être faites pour ainsi dire à temps perdu ; leur valeur, en tout cas, ne représente qu'une somme minime.

Si l'on remarque que l'élevage du ver à soie peut être tenté ainsi dans tous les pays capables de nourrir le mûrier, on verra dans quelles proportions il pourrait être généralisé.

En Chine, il n'existe pas de paysan qui n'élève quelques vers à soie; que l'exemple des Chinois soit suivi par nos cultivateurs, et nous croyons, avec Maillot, que notre pays retrouverait bentôt les belles récoltes d'il y a quarante ans.

PREMIÈRE PARTIE

LES FILS DE SOIE

CHAPITRE PREMIER

GÉNÉRALITÉS

La bave émise par les vers à soie, au moment où ils tissent leurs cocons, constitue la matière première des fils de soie ; mais avant de revêtir cette forme, la soie doit subir des traitements fort divers, suivant l'état des cocons dont elle constitue l'enveloppe,

Les éleveurs de vers à soie, quand ils examinent tous les cocons provenant de l'éducation de leurs vers, sont amenés à les classer en plusieurs catégories. La majeure partie d'entre eux qui ont été étouffés, c'est-à-dire soumis à l'action d'une chaleur suffisante pour amener la mort de la chrysalide qu'ils renfermaient, sont aptes à être dévidés. Il suffit de décoller, par une macération convenable dans l'eau chaude, les fils de soie composant le cocon, pour reconstituer le fil continu tel qu'il a été émis par le ver. Cette opération donne la soie *grège*, formée de la réunion d'un certain nombre de fils élémentaires, ou baves provenant du dévidage de plusieurs cocons. Elle porte le nom de *filature*. Par extension, ce nom s'applique aussi aux usines où l'on dévide le cocon.

Mais la soie grège n'est pas, en général, directement employée au tissage des étoffes de soie. En sortant des filatures, elle subit dans des usines appelées *moulins*, une façon spéciale connue sous le nom d'*ouvraison*. Les mouliniers assemblent entre eux un certain nombre de fils de soie grège et lui donnent une torsion convenable; ils préparent ainsi les *trames* et les *organsins* employés directement dans le tissage des étoffes.

Les fils de soie obtenus par le dévidage des cocons intacts constituent certainement la matière première la plus belle et la plus riche dont puisse disposer l'industrie des soieries; mais il est des fils d'une autre origine dont l'importance et la consommation s'accroissent chaque jour; ce sont ceux que l'on obtient au moyen des déchets de soie de toute nature; ils sont connus sous le nom de *schappes*. Dans les déchets rentrent tous les cocons présentant une anomalie, par rapport aux cocons intacts. Ce sont les cocons percés dont les chrysalides ont servi au grainage, les cocons doubles et d'autres encore que nous ferons connaître plus tard.

Mais l'industrie de la schappe ou des déchets n'utilise pas seulement les cocons anormaux, elle traite toutes les matières renfermant de la soie. D'origine récente, mais néanmoins très perfectionnée, elle diffère absolument, par les méthodes qu'elle met en œuvre, des filatures produisant la soie grège.

Dans les différents chapitres composant cette partie, nous étudierons successivement la *filature des cocons*, le *moulinage des soies grèges*, le *traitement des déchets de soie*.

CHAPITRE II

FILATURE DES COCONS

Triage des cocons. — Tous les cocons qui sont destinés à être dévidés, doivent être l'objet d'un examen préalable. Indépendamment, en effet, des cocons percés impropres à tout dévidage, il est assez fréquent de rencontrer des cocons anormaux qui doivent être mis à part ; on doit les traiter séparément, car leur dévidage est impossible et fournit de la soie de qualité inférieure.

Parmi ces sortes, les plus répandues sont connues sous les noms suivants : *cocons ouverts*, dits *cocons bouffarians*. Ils sont ouverts à un et parfois aux deux bouts, par suite d'une imperfection dans le travail du ver ; avec quelque précaution, il est possible néanmoins de les filer.

Les *cocons calcinés* ou *cocons dragées* renferment une chrysalide morte de la muscardine. Ils sonnent quand on les agite, comme s'ils renfermaient un caillou. Les cocons dragées sont de valeur différente, suivant le moment où la muscardine a amené la mort de l'insecte.

Les *cocons choquettes* sont tachés ou gâtés par suite de la putréfaction du ver ou de la chysalide ; ils fournissent une soie de mauvaise qualité, colorée fréquemment en noir ou en brun.

Les *chiques* sont des cocons inachevés. Ils ne contiennent pas une proportion normale de soie, néanmoins, quand ils sont frais, on peut les filer, mais il faut avoir soin de mettre à part la soie qu'on en retire.

Les cocons *cotonneux* manquent d'homogénéité ; les couches superficielles sont lâches et distendues. Des précautions spéciales sont nécessaires pour les dévider.

Les *cocons doubles* renferment une ou plusieurs chrysalides. Leur forme est anormale et provient de la soudure de deux cocons ou plutôt des fragments provenant de deux cocons différents.

La proportion des cocons doubles varie suivant les races ; elle s'élève, en France et en Italie, de 3 à 6 pour 100 du nombre des cocons simples ; les cocons japonais, polyvoltins et portugais en fournissent de 15 à 30 pour 100. On trouve parfois dans les cocons doubles un nombre de chrysalides relativement très considérable. G. Luppi affirme qu'on en a rencontré jusqu'à 14. Ces cocons ne peuvent être dévidés ; ils doivent subir un traitement spécial qui sera décrit à propos de l'étude des déchets.

Les cocons *fondus*, *tachés* ou *rouillés*, sont salis par les produits de la putréfaction des vers ou des chrysalides, lorsque, par suite de maladie, leur mort survient avant l'étouffage. Si le chauffage des cocons n'est pratiqué que tardivement, on obtient un plus grand nombre de fondus. L'étouffage, en effet, a pour résultat, non seulement de tuer les chrysalides vivantes, mais il stérilise les chrysalides mortes, empêche ou arrête leur putréfaction et, par conséquent, préserve les coques.

Les cocons de *pointes faibles* présentent à leurs deux extrémités une épaisseur minime ; ils peuvent être filés, mais avec des déchets notables.

On rencontre parfois des cocons qui ne présentent aucun caractère extérieur particulier permettant de les distinguer des cocons normaux et sont, néanmoins, impropres au dévidage. Nous voulons, à ce propros, citer un exemple caractéristique : lors de la dernière épidémie de choléra (1884-1885) les cocons transitant par la Sicile, étaient soumis, pendant vingt-quatre heures, à une fumigation d'acide sulfureux produit dans une chambre hermétiquement close, où l'on faisait brûler du soufre, dans la proportion de trente grammes par mètre cube de capacité,

Sur l'initiative du Syndicat des marchands de soie de Lyon, le Laboratoire d'études de la soie, fondé dans cette ville par la Chambre de commerce, rechercha si cette fumigation d'acide sulfureux pouvait détériorer la couleur des cocons, enlever au fil sa force et endommager les cocons, soit que le mal apparaisse immédiatement, soit qu'il ne se développe que peu à peu, plus tard.

Un lot de cocons bien homogènes fut partagé en deux parties, la première conservée telle quelle comme témoin, la deuxième, soumise à l'action de l'acide sulfureux, en suivant exactement les conditions du procédé employé en Sicile. Cette deuxième partie enfin, après fumigation, fut divisée en deux lots égaux qui furent exposés pendant un mois, l'un à l'air sec, l'autre à l'air humide.

Ces trois sortes de cocons : témoins, cocons sulfurés exposés à l'air sec, cocons sulfurés exposés à l'air humide, ont été soumis à une série d'épreuves communes dans le but de décider s'ils pouvaient être considérés comme identiques ou différents.

On a expérimenté d'action de l'eau distillée bouillante prolongée pendant cinq minutes. Les cocons pesés secs, avant et après l'opération, ont donné :

	POIDS ABSOLU avant	POIDS ABSOLU après	PERTE pour 100
	gr.	gr.	gr.
Lot témoin.	1,920	1,830	4,68
Lot sulfuré, air sec. . .	2,265	2,110	6,84
— — air humide.	2,170	2,040	5,99

Les cocons sulfurés ont donc éprouvé, après une immersion très courte dans l'eau distillée, une perte pour 100, qui excède en moyenne de 1,735 celle du lot témoin.

Des épreuves de filature industrielle ont été faites sur chaque espèce de cocons. Voici les résultats :

	TÉMOIN	SULFURÉ AIR SEC	SULFURÉ AIR HUMIDE
Poids des cocons filés. .	0,500	0,535	0,535
— soie.	0,143	0,078	0,099
— frisons..	0,030	0,059	0,057
— bassinés.	0,004	0,170	0,105

On a constaté, en outre, que le lot 1 s'était bien comporté, tandis que les lots 2 et 3 avaient dû être battus sans faire bouillir l'eau ; à défaut de cette précaution, tous les cocons auraient été réduits en frisons.

Ces essais montrent que des cocons sulfurés suivant la méthode de Messine sont impropres à la filature, puisqu'ils fournissent en moyenne :

Soie grège.	16,5 pour 100
Déchets.	36,5 —

Tandis que la proportion normale pour les cocons témoins était de :

Soie.	26,9 pour cent
Déchets.	6,7 —

D'autres inconvénients, du reste, sont à redouter par l'emploi de la soie provenant des cocons sulfurés. Ils ont été mis en lumière par l'étude comparative à laquelle nous nous sommes livrés, sur les cocons sulfurés et les cocons témoins, au Laboratoire d'étude de la soie à Lyon.

Nous reproduisons ici les conclusions de la lettre que nous avons adressée à M. Dusuzeau, directeur de ce Laboratoire, pour répondre aux questions qui nous étaient posées [1]. Après avoir constaté que des cocons soumis à l'action de l'acide sulfureux appliqué suivant le procédé de Messine, puis conservés à l'air depuis trois mois, renfermaient une proportion d'acide sulfurique égale à 1,91 pour 100 de leur poids, nous disions :

« L'état actuel de nos connaissances sur la constitution chimique de la soie ne nous permet pas de préciser quelles transformations d'ordre chimique la soie sulfurée a déjà subies, non plus que celles qui l'attendent à l'avenir ; mais

[1] *Comptes rendus des travaux du Laboratoire d'études de la soie*, Lyon 1887, p. 34.

les données techniques que l'on possède au sujet de l'action de l'acide sulfurique sur la soie, nous autorisent à prévoir dans l'emploi industriel des cocons sulfurés, deux ordres d'inconvénients.

« Tout d'abord, les cocons soumis aux procédés en usage dans les filatures se dévideront moins bien que les cocons témoins, fourniront moins de soie et plus de déchet. C'est la conséquence de nos premières observations sur l'état des surfaces internes et externes, dans les coques des deux lots de cocons. »

On a vu, d'après les essais de filature que nous avons relatés plus haut, mais dont les résulats, au moment de notre examen, n'étaient pas connus, que ces prévisions se sont pleinement réalisées.

Nous ajoutions : « En second lieu, lorsque la soie grège fournie par les cocons sera soumise au décreusage, que la fibroïne sera mise à nu, on peut dire que la surface de cette fibroïne ne sera pas homogène. Certains points auront subi le contact de l'acide sulfurique ; d'autres, au contraire, auront été plus ou moins préservés. C'est un fait constant, en effet, que dans le cocon, la fibroïne est entourée d'une couche de grès d'épaisseur variable. Il en résulte que la fibroïne sera d'autant plus altérée par l'acide sulfurique que la couche de gomme qui la protège est moins épaisse. En outre, on conçoit que les portions de fils constituant la face externe du cocon aient subi un contact plus prolongé, plus immédiat avec l'acide sulfurique, puisque cet acide par oxydation de l'acide sulfureux au contact de l'air humide, a dû se former d'abord sur cette face.

« Mais comment se traduira cette altération qui frappe à des degrés divers la fibroïne ?

« Un fait bien connu des épailleurs de laine permettra de répondre à cette question. Toutes les fois qu'un tissu ou une fibre de laine subissent, avec des intensités variables suivant leurs parties, l'action prolongée des acides minéraux, ces

différences sont nettement accusées par la teinture. Les fibres animales, en effet, suivant qu'elles ont été plus ou moins profondément altérées par les acides, fixent de façons différentes les matières colorantes et ne sont pas susceptibles d'être teintes, dans une foule de cas, en nuances unies.

« Avec quelle intensité ces accidents se produiront-ils ? Dans quelle mesure, par exemple, le rendement en filature sera-t-il diminué ? Quelles couleurs faudra-t-il renoncer à obtenir en nuances unies ? Ce sont là des points auxquels il ne paraît pas possible de répondre quant à présent. Des expériences directes, exécutées dans les conditions et avec les moyens qu'emploie l'industrie, pourraient seules les élucider. »

L'exemple que nous venons de citer montre toute l'attention qui doit être apportée dans l'examen des cocons. Des causes ne modifiant pas sensiblement les caractères extérieurs des cocons peuvent pourtant porter atteinte, dans de larges proportions, à leur valeur technique. C'est en signalant et en publiant les faits du genre de celui qui vient d'être décrit, que les filateurs pourront être mis en garde contre leur retour.

Parmi les cocons normaux ne présentant aucune des anomalies qui viennent d'être signalées, il faut distinguer les produits des différentes races de vers. La forme, la couleur, le volume des cocons peuvent varier dans des proportions considérables.

La couleur la plus commune est la teinte orangée, les cocons blancs sont peu abondants et l'on ne trouve que rarement des cocons verts ou couleur jaune soufre.

La forme est habituellement ovale, présentant parfois, au milieu de la hauteur, un étranglement légèrement accusé. De grandes différences se rencontrent dans la tissure ou le grain extérieur. Certains cocons présentent une surface à mailles fines et serrées ; d'autres, au contraire, se montrent formés par une tissure grossière et rugueuse. Les plus estimés ont un grain serré et fin.

La consistance du cocon est sujette à de nombreuses variations : ordinairement la coque résiste à la pression de deux doigts, mais parfois elle est faible, flexible, et cède au moindre effort.

Un cocon de bonne qualité doit être à grain serré, à surface lisse, et présenter à la pression une résistance suffisante; la couleur doit être uniforme et exempte de taches. Dans ces conditions, on peut séparer la matière dont il est formé en six ou huit couches appelées *vestes* ou couches soyeuses. Entre ces vestes, on constate l'existence d'intervalles sensibles, surtout pour les cocons à tissure lâche connus sous le nom de *satinés*.

La bave qui forme le cocon constitue un fil continu atteignant, dans un beau cocon, la longueur de douze cents mètres. En étirant cette bave, en dévidant le cocon, la filature prépare les premiers fils de soie. Cette opération, fort simple en apparence, est, en réalité, d'une réalisation assez compliquée. Avant d'en aborder la description, il convient d'examiner sommairement la constitution chimique du cocon, et surtout de la bave qui constitue son enveloppe.

Étude physique et chimique du cocon

La bave de ver à soie forme le tissu même du cocon. Pour étudier ses propriétés physiques on peut l'examiner tout d'abord telle qu'elle se trouve dans le ver ; si, après avoir fendu longitudinalement, au moyen d'une incision dorsale, un ver *Bombyx mori* vivant, prêt à filer, on enlève les glandes de la soie, on constate qu'à l'intérieur des réservoirs la soie est gélatineuse, transparente, demi-fluide; dans l'air humide, la soie conserve à peu près cet état. Mais sous l'influence de l'air sec, par l'action de l'alcool absolu, elle perd sa transparence en se coagulant à la manière de l'albumine.

A ce moment, elle est devenue cassante et l'influence de l'air humide ne lui rend plus sa fluidité. Mais si la soie est

étirée au fur et à mesure de sa sortie des réservoirs, elle se coagule en fournissant un fil continu, brillant, doué d'une souplesse et d'une élasticité remarquables. Le tissu du cocon est constitué par le fil de soie coagulé, et si nous voulons étudier sa constitution, c'est là que nous devrons la surprendre avant qu'aucune manipulation ne soit venue la modifier.

En prenant un cocon frais, non étuvé, en l'ouvrant avec précaution au moyen de ciseaux, il est possible d'enlever la chrysalide et de mettre à part la coque, propre et bien nettoyée, qu'on peut ensuite étudier à son gré.

Mais les éléments que comporte cette étude sont bien loin d'être complets. Il faudrait de très nombreuses expériences pour élucider toutes les questions qui se rattachent à la connaissance du cocon. Au point de vue physico-chimique, à notre connaissance, M. Francezon est le seul qui ait commencé l'étude chimique du cocon frais[1]. Sachant que la soie se compose essentiellement de fibroïne revêtue d'une couche plus ou moins épaisse de grès ou de gomme, cet expérimentateur a entrepris le dosage de ces deux éléments sur le cocon frais. Ses expériences ont abouti aux conclusions que nous allons formuler.

Une solution concentrée de savon pur et bouillant dissout presque toute la gomme de la soie.

L'acide acétique à 8°, pur et bouillant, dissout la partie de la gomme restée sur la fibroïne après le traitement par le savon.

Avant de traiter les coques par le bain de savon, M. Francezon les dessèche complètement, en les maintenant dans une étuve à 125°, jusqu'à ce qu'elles ne perdent plus de leur poids. Pour opérer sûrement, il est indispensable d'effectuer les pesées dans l'étuve même. Les matières soyeuses, en effet, attirent l'humidité de l'air si avidement qu'il est im-

[1] Étude chimique des cocons et des produits qui en dérivent en filature, par Paul Francezon, filateur à Alais, Lyon, *le Moniteur des soies*, 1875.

possible de retirer les coques de l'étuve une fois sèches sans que leur poids augmente immédiatement d'une quantité notable.

Le bain de savon est préparé en faisant dissoudre dans un litre d'eau distillée dix parties de savon pour une de soie, comptée en poids sec.

Le savon étant dissous, le bain est placé dans une capsule de porcelaine de deux litres. On y plonge les coques, puis on porte le bain à l'ébullition en chauffant la capsule au moyen d'un bec Bunsen ou d'une lampe à alcool. L'ébullition est maintenue pendant deux heures et demie à trois heures. Il faut avoir soin de remplacer l'eau qui s'évapore et d'agiter les coques de temps en temps, au moyen d'une baguette de verre, pour égaliser l'action dissolvante du savon.

Au bout de ce temps on enlève les coques, on les fait égoutter, on les rince dans plusieurs bains successifs d'eau distillée, jusqu'à dissolution complète du savon.

L'action de l'acide acétique bouillant vient ensuite compléter celle de la solution de savon et enlève les dernières traces de grès. Pour effectuer cette opération, on place de l'acide acétique à 8° dans une cornue tubulée mise en communication avec un serpentin de verre refroidi extérieurement. Pendant la durée de l'opération l'acide acétique qu'on distille peut, de la sorte, être condensé et servir à une autre traitement. M. Francezon opère avec deux cornues pareilles, fonctionnant simultanément : on porte d'abord leur contenu à l'ébullition en chauffant les cornues, puis les coques, traitées au savon bouillant et bien rincées à l'eau distillée, sont introduites par la tubulure de la cornue ; on les laisse pendant vingt à vingt-cinq minutes au sein de l'acide acétique en ébullition tranquille, puis on les retire au moyen de crochets de verre. Elles sont égouttées, puis introduites dans la deuxième cornue où elles séjournent dix minutes, pendant que l'acide acétique est toujours maintenu à l'ébullition ; au bout de ce temps, les coques sont complètement débarrassées

de leur grès, elles ne renferment plus que de la fibroïne. On les enlève au moyen de crochets de verre, on les égoutte et on les rince complètement à l'eau distillée. Elles sont ensuite desséchées complètement à 125° et pesées à l'état sec.

La perte de poids représente très exactement, d'après M. Francezon, la proportion de grès contenue dans les coques. Toutefois, il ne faut pas prolonger l'action de l'acide acétique au delà du temps qui est indiqué. M. Francezon a constaté, en effet, que la fibroïne elle-même, quand elle est complètement privée de grès, est attaquée et désagrégée par l'acide acétique. Mais cette attaque est relativement très lente, tandis que celle du grès est rapide. En considérant comme nulle la quantité de fibroïne dissoute par l'acide acétique pendant la durée de l'expérience, on s'éloigne peu de la vérité.

M. Francezon a appliqué la méthode analytique que nous venons de décrire à la solution de quelques problèmes fort intéressants. Prenant comme point de départ le cocon jaune des Cévennes, il a recherché la proportion de gomme contenue dans la blaze, c'est-à-dire dans la première enveloppe, dans la coque et dans les diverses couches ou vestes soyeuses.

Cinq échantillons de blaze, soigneusement débarrassés à la pince de tous corps étrangers, pesés à l'absolu, puis soumis au savon et à l'acide acétique bouillant, ont fourni les chiffres suivants:

	GOMME pour 100	FIBROÏNE pour 100
Essai 1.	44.2	55,8
— 2.	44,8	55,2
— 3.	44	56
— 4.	45	55
— 5.	44,1	55,9
Moyenne. . .	44,4	55,6

Un même nombre d'échantillons de coques soigneusement nettoyés, soumis au même traitement, ont donné :

	GOMME pour 100	FIBROÏNE pour 100
Essai 1.	29,3	70,7
— 2.	29,5	70,5
— 3.	29.1	70,9
— 4.	29,3	70,7
— 5.	29,3	70,7
Moyenne. . .	29,3	70,7

M. Francezon a voulu pénétrer plus avant encore dans l'étude des différentes couches du cocon, au point de vue de la proportion relative de fibroïne et de grès. Ayant fendu longitudinalement un cocon, il a pu, en insérant une pointe de canif dans l'épaisseur même de la coque, arracher et isoler les différentes couches ou vestes soyeuses. Chacune d'elles a été soumise séparément à l'action du savon et de l'acide acétique bouillants. Voici, pour cinq expériences, quels chiffres ont été obtenus :

COQUE JAUNE DES CÉVENNES

	COUCHES EXTÉRIEURES			COUCHES INTÉRIEURES	
	GOMME pour 100	FIBROÏNE pour 100		GOMME pour 100	FIBROÏNE pour 100
Essai 1. .	31,45	68,55	Essai 1. .	26,40	73,60
— 2. .	31,81	68,19	— 2. .	25,85	74,15
— 3. .	31,16	68,84	— 3. .	26,70	73,30
— 4. .	31,30	68,70	— 4. .	26,75	73,25
— 5. .	31,65	68,35	— 5. .	26,91	72,09
Moyenne. .	31,47	68.53	Moyenne.	26,72	73,28

En résumant tous ces résultats on trouve :

	GOMME pour 100	FIBROÏNE pour 100
Blaze.	44,40	55,60
Coques couches extérieures. . . .	31,47	68,53
— entières.	29,30	70,70
— couches intérieures. . . .	26,72	73,28

Les premiers fils jetés par le ver sont donc les plus riches en gomme et la quantité de gomme diminue constamment jusqu'aux derniers fils.

Les conclusions de M. Francezon se sont trouvées confirmées de la manière la plus inattendue : MM. Sicard et Raulin, professeurs à la Faculté des sciences de Lyon, examinant la proportion de fibroïne et de grès contenue dans les glandes de la soie, ont trouvé que le grès préexistait dans les organes de la soie et qu'il formait avec la matière colorante une sorte de gaine autour de la fibroïne. Les parties antérieures du réservoir renferment une épaisseur de grès plus grande que les régions situées à l'arrière et l'on peut s'expliquer ainsi que les parties extérieures du cocon soient plus riches en grès que les couches internes.

Étude de la bave. — La connaissance des principales propriétés physiques et chimiques du cocon nous donne la clef des pratiques employées en filature. Mais ces éléments doivent être complétés par l'indication des propriétés physiques des baves.

Le fil continu jeté par le ver pour le tissage de son cocon peut mesurer, nous l'avons vu, douze cents mètres de longueur, sans solution de continuité. Toutefois cette mesure n'a rien d'absolu : elle peut varier, dans des limites très étendues, de trois cents à quinze cents mètres. Si l'on examine au microscope une bave de ver à soie, elle se présente sous forme d'un cylindre aplati avec une rainure longitudinale médiane qui se reproduit sur les deux faces, ce qui donne à sa section transversale l'aspect d'un huit un peu étranglé. Cette cannelure correspond à la soudure des deux brins qui ont formé la bave au moment de l'excrétion de la matière fluide. En effet, les glandes de la soie étant au nombre de deux, émettent chacune un brin qui se soude dans l'émission pour constituer la bave. Parfois la soudure n'est pas complète (fig. 33).

La largeur des baves de *Bombyx mori* varie de dix-huit à trente-deux millièmes de millimètre. La tenacité, exprimée par le nombre de grammes que peut supporter le fil sans être rompu, est comprise entre quatre et treize grammes. On

représente l'élasticité par l'allongement en millimètres que peut acquérir une bave d'un mètre de long sans être rompue. Elle varie de 8 à 18 pour 100. Mais une bave ayant subi son allongement maximum ne revient pas à sa longueur primitive lorsqu'on suspend la traction qui lui était appliquée; elle conserve la moitié de son allongement, se montrant ainsi ductile en même temps qu'élastique.

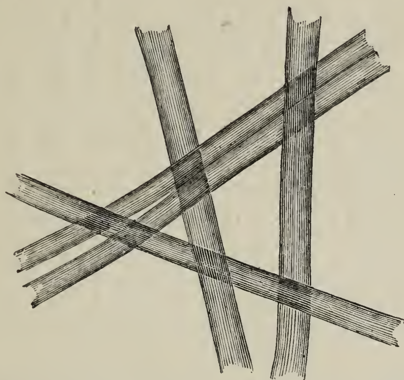


FIG. 33. — Fil de soie vu au microscope, 1/300.
a, fil montrant les deux brins primitifs constituants.

Un très grand nombre d'essais, conduits avec une remarquable précision, ont été exécutés à Lyon par la Condition publique des soies et le Laboratoire d'études de la soie en vue d'étudier les baves provenant de différentes espèces de cocons.

Pour chaque bave on a mesuré la *finesse* ou largeur moyenne, la *ténacité* et l'*élasticité* et enfin le *titre*, ou poids d'une longueur de cinq cents mètres exprimé en grammes ou en deniers[1].

Pour donner une idée des conclusions obtenues nous reproduisons un tableau qui résume les résultats de ces déterminations.

[1] 1 denier vaut 0 gr. 0531.

	BAVE DES VERS DOMESTIQUES DU MURIER en moyenne			
	FINESSE en millièmes de millimètre	TÉNACITÉ en grammes	ÉLASTICITÉ pour 100	TITRE en grammes
Toutes les espèces ou variétés réunies.	28,9	8,8	11,9	0,142
Espèces ou variétés à cocons jaunes.	28,5	8,6	11,6	0,134
— de la France.	29,5	9,7	11,3	0,149
— de l'Italie.	32,3	9,7	14	0,151
— de l'Inde. . . , ...	»	7,3	14,5	0,135
— de la Chine.	26,3	7,2	9,5	0,110
Espèces ou variétés à cocons verts. .	28,3	9,5	12,5	0,158
Espèces ou variétés à cocons blancs.	28,3	8,6	11,6	0,142
— de la France.	30,5	8,9	10,5	0,132
— de l'Italie.	30,2	8,8	12,8	0,141
— de la Chine.	24	6,8	10,2	0,128
— du Japon.	26,8	8,8	11,3	0,161

L'étude de ce tableau fait ressortir cette particularité que les baves de vers de même race diffèrent suivant que les éducations ont été faites en Europe, en Asie. On a, en effet

	VERS A SOIE ÉLEVÉS	
	EN	EN ASIE
Finesse moyenne.	30,6	26,6
Ténacité —	9,6	7,4
Élasticité —	12,5	10,3
Titre moyen.	0,146	0,132

Les baves asiatiques sont donc, pour les mêmes races, plus fines, moins tenaces et moins élastiques que les baves d'origine européenne. Il est difficile de trouver la raison de ces différences. Faut-il en faire remonter la cause aux climats, à la nourriture des vers, aux modifications subies par les races dans leurs évolutions ? C'est là un problème complexe

dont il est impossible de trouver, actuellement, la solution. Toutefois, comme il est évident *a priori* que les éléments concourant à l'éducation des vers diffèrent en Asie et en Europe, on doit admettre, par une conséquence naturelle, que les fils provenant de ces éducations peuvent ne pas posséder, nécessairement, des propriétés identiques.

Les baves que nous venons de décrire forment, par leur réunion, la soie grège, mais dans le cocon les baves sont unies entre elles par la coagulation de la soie au sortir de la filière du ver; l'âme de chaque fil, constitué par la fibroïne, se trouve emprisonnée dans la gomme ou le grès complètement solidifié; or, si les bains de savon bouillant, si les solutions alcalines ont la propriété de dissoudre le grès, l'eau chaude seule la ramollit suffisamment pour permettre le décollement des fils. Par suite, le dévidage des cocons, la soudure des baves entre elles et la formation de la soie grège deviennent possibles. On a utilisé cette particularité pour le tirage de la soie. Cette opération, fort simple en principe, nécessite des conditions spéciales de mise en train et d'application que nous nous efforcerons de décrire.

Dévidage des cocons

Primitivement, pour tirer la soie des cocons et obtenir la soie grège, on plaçait ceux-ci dans des bassines remplies d'eau chaude; les baves ramollies étaient étirées en faisceau qu'on enroulait ensuite sur un tour mû à la main. Cette méthode est employée encore de nos jours en Asie pour l'obtention de la soie grège (fig. 34).

Depuis le commencement de ce siècle, le dévidage des cocons a été l'objet de nombreux perfectionnements. On s'est attaché surtout à obtenir des fils de soie grège parfaitement réguliers, ayant le même diamètre sur toute leur longueur, présentant une résistance et une élasticité homogènes dans toutes

leurs parties, offrant une surface brillante, unie, exempte de duvets.



Fig. 34. — Dévidage des cocons (fac-simile d'une gravure japonaise).

Tous ces points, en effet, ont une égale importance. Les très nombreuses manipulations que doit subir la soie grège avant d'atteindre son état primitif commandent d'apporter les plus grands soins à sa bonne préparation.

Actuellement, les machines employées au dévidage de la soie se composent essentiellement de :

1° Une *bassine* à eau chaude pour recevoir les cocons à dévider ;

2° Une *filière* pour livrer passage à un certain nombre de brins de cocons réunis formant le fil de soie grège ;

3° Un appareil *croiseur* pour mener le fil de manière à l'arrondir, à en comprimer l'humidité, et à bien faire adhérer les brins entre eux ;

4° Un guide doué d'un mouvement alternatif et qu'on nomme pour cette raison le *va-et-vient*. Cet appareil a pour but de faire croiser le fil sur le dévidoir, afin qu'il ne se colle pas en revenant sur lui-même et de faciliter le dévidage ultérieur ;

5° Enfin l'*asple* ou dévidoir, animé d'un mouvement de rotation continue, et disposé pour recevoir la soie qui lui est amenée par le va-et-vient. L'ensemble de la machine est connu sous le nom de *tour*.

Avant de décrire en détail chacun des éléments composant le tour, il est utile d'examiner la marche du travail, tel qu'il est pratiqué en France et en Italie.

Chaque bassine est conduite par une ouvrière appelée *fileuse*. La fileuse plonge une poignée de cocons dans la bassine préalablement remplie d'eau bouillante, puis elle les agite, en leur imprimant un mouvement de rotation, avec un petit balai en bouleau, en bruyère ou en chiendent. Cette opération porte le nom de *battage*. Tous les brins qui se trouvent à la surface des cocons, les premières vestes soyeuses, de texture imparfaite se détachent et s'agglomèrent en une massse qu'il est facile de séparer ; on appelle *frisons* le déchet qui se produit au moyen du battage, et *purge*, l'action de les séparer des cocons qui restent dans la bassine.

La purge est évidemment une opération délicate, demandant, chez la fileuse, beaucoup d'adresse et beaucoup d'habileté. Elle doit être poursuivie jusqu'à ce qu'on ait trouvé

dans chaque cocon le fil unique, assez résistant pour être dévidé. Si la purge est incomplète, les cocons se dévident mal; si elle est poussée trop loin, la proportion de frisons, c'est-à-dire de déchet, augmente et la quantité de soie diminue. En moyenne, le poids de frisons, pour une purge bien faite, s'élève à 28-30 pour 100 du poids des cocons.

Les frisons dégagés par le battage sont obtenus sous forme de corde irrégulière ou de lanière allongée; on les met à part et, après séchage, les filateurs les vendent aux manufacturiers qui traitent les déchets de soie.

La purge faite, la fileuse saisit un à un les fils dévidables de chaque cocon et les place sur le bord de la bassine ; puis elle en prend le nombre nécessaire pour former deux fils. Il est impossibe de tirer le brin d'un seul cocon à la fois, un tel fil serait trop délicat à manier ; de plus, son diamètre devient trop fin à mesure qu'on atteint les couches intérieures du cocon ; aussi, le nombre des cocons qu'on dévide ensemble pour former un fil de grège, varie depuis deux jusqu'à quarante pour chaque fil, suivant la grosseur ou le titre qu'on veut donner à la soie grège [1]. En moyenne, la soie grège est formée de six baves ; ordinairement, la fileuse prépare ainsi deux fils de grège, provenant chacun d'un groupe de cocons placés dans la même bassine.

Les deux fils de grège sont engagés ensuite dans les filières du tour, puis croisés l'un sur l'autre, engagés dans les guides du va-et-vient et enfin portés sur l'asple ou dévidoir. Divers accidents peuvent se produire dans ces manipulations ; si la jonction des fils est irrégulière, il en résulte une inégalité qu'on nomme *bouchon*. Parfois, l'un des fils se casse, il se colle à l'autre et forme une solution de continuité qu'on nomme *mariage*. L'opération doit être alors arrêtée ; on enlève le mariage, les fils sont rattachés, croisés et remis en l'état où ils se trouvaient avant l'accident.

[1] Le titre est exprimé par le poids de 500 mètres de grège.

L'action des filières et de la croisure est indispensable pour faire adhérer les baves et donner au fil de soie grège une surface lisse, unie et une grosseur homogène. Il faut considérer qu'au sortir des bassines, le grès étant ramolli par l'action de l'eau bouillante, les fils sont gluants et se colleraient sur l'asple si on les enroulait trop tôt, avant qu'ils aient eu le temps de se coaguler suffisamment par le séchage. Le va-et-vient, la croisure et aussi un certain éloignement de l'asple permettent à la gomme recouvrant les fils de se coaguler avant qu'ils n'arrivent au dévidoir.

Lorsqu'un cocon se dévide bien, on le voit tourner dans la bassine, c'est-à-dire que l'étirage du fil qu'il contient lui donne un mouvement régulier de bascule. Lorsqu'un cocon ne tourne plus, toute la soie dévidable étant épuisée, ou une avarie empêchant la continuation du dévidage, on le remplace par un neuf, pour maintenir l'uniformité d'épaisseur du fil de grège. Il est évident que cette substitution doit être opérée en temps voulu, pour que l'homogénéité de la grège ne soit pas compromise. Mais, la fileuse doit lutter contre un autre genre de difficulté. Les baves n'ont pas un diamètre uniforme ; leur finesse va croissant de la surface à l'intérieur des coques, dans un rapport moyen de un à quatre : si l'on ne tenait pas compte de cette circonstance, en commençant un fil de grège par le dévidage d'un nombre déterminé de cocons, en maintenant ce nombre jusqu'à la fin, on s'exposerait à donner à ce fil une grosseur décroissante et, par suite, à compromettre son homogénéité. Pour éviter cet inconvénient, la fileuse ajoute successivement un nouveau cocon pendant le travail, de manière à compenser la diminution de la grège provenant de la décroissance de grosseur des baves.

Ces détails montrent que l'habileté de la fileuse joue un rôle capital dans l'obtention d'une bonne soie grège ; faute d'adresse, elle s'expose à de nombreux accidents. Une soie grège mal filée présente des inégalités de grosseur, des boucles ou des replis provenant de ce que les sinuosités des baves

n'ont pu se développer. Chacun de ces défauts porte un nom : une boucle simple s'appelle *duvet;* si elle forme un paquet

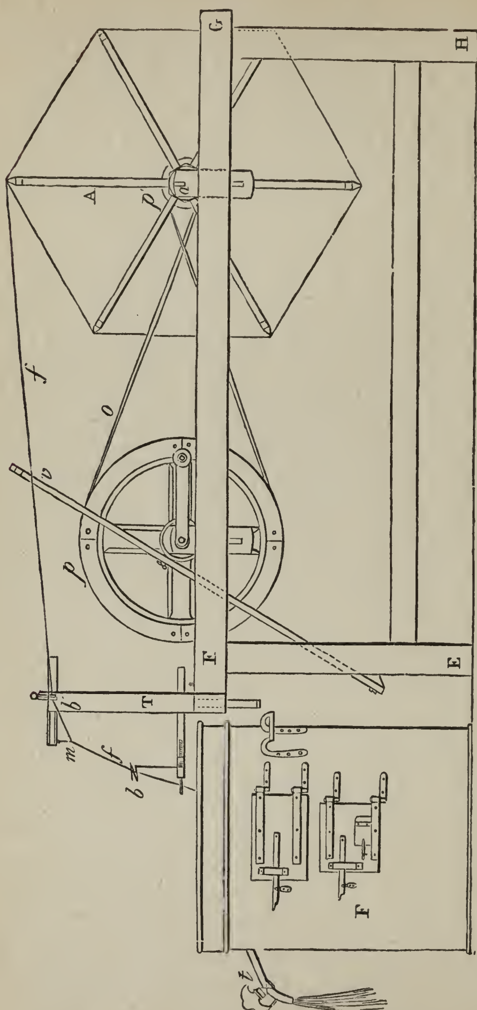


Fig. 35. — Tour à dévider les cocons, d'après Laboulaye, *Dictionnaire des arts et manufactures.*
EFGH, bâtis en bois supportant le tour ; F, fourneau portant la bassine ; *f*, fil de soie ; *bm*, croisure ; A, asple ou dévidoir ; *p*, poulie motrice ; *v*, tringle du va et vient.

très apparent, elle constitue un *bouchon* ou *coste*. L'adjonction mal faite d'un brin, laisse parfois son extrémité libre

non soudée au faisceau de grège ; il en résulte un défaut connu sous le nom de *mort volant* ; on rencontre parfois aussi des bouts rompus et des solutions de continuité dans les fils.

Un grand nombre de dispositifs ont été imaginés pour empêcher ces accidents. Ils résident dans le guidage des fils entre la bassine et l'asple. Comme exemple, nous décrirons les principaux d'entre eux en examinant en détail et une à une les diverses pièces composant le tour (fig. 35).

Les bassines sont demi-sphériques, d'une capacité de vingt à vingt-cinq litres ; elles sont au deux tiers remplies d'eau qui doit pouvoir être chauffée jusque près de l'ébullition. Autrefois, ce chauffage était obtenu par un foyer placé au-dessous de la bassine. Actuellement, dans toutes les filatures un peu importantes, l'eau des bassines est chauffée au moyen d'un tube de cuivre muni d'un robinet et mis en communication avec une chaudière à vapeur. Cette chaudière, qui est placée dans un local spécial, peut alimenter de vapeur toutes les bassines d'une filature. De la sorte, on réalise une grande économie de combustible, on obtient un travail plus régulier et la soie grège se trouve mise à l'abri des fumées et des poussières provenant du foyer.

Devant chaque bassine, on place une fileuse qui dirige le dévidage et dont l'action, nous l'avons vu, exerce une influence considérable sur les résultats du travail du tour.

A la portée de sa main sont placés deux robinets pouvant amener l'un de l'eau froide, l'autre de la vapeur d'eau à deux ou trois atmosphères. Lorsque les cocons sont placés dans la bassine, l'eau doit être à l'ébullition ; puis, au bout d'un temps assez court, on doit abaisser la température jusqu'à 65° environ, par l'arrivée d'un jet d'eau froide, et battre les cocons à cette température.

A l'origine, l'eau bouillante décolle le brin des premières vestes soyeuses ; le jet d'eau froide empêche le brin dévidable ou maître brin de se détacher trop facilement ; on évite ainsi de faire trop de déchet.

Au-dessus des bassines sont placées les deux filières constituées par des petits disques d'acier, de porcelaine ou d'agate, percés d'une ouverture dans laquelle la filière engage les deux faisceaux du brin qui doivent former la grège.

Dans le système à la Chambon (fig. 36), les deux grèges, au sortir des filières, sont réunies et tordues l'une sur l'autre, de manière qu'elles se croisent cent ou deux cents fois, elle se séparent ensuite pour s'engager dans deux crochets de verre appelés *barbins* ou *trembleurs*, placés à quatre-vingts centimètres au-dessus des filières.

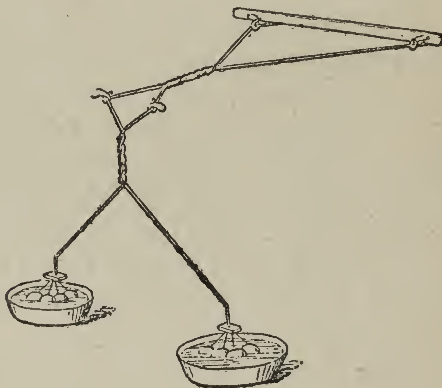


Fig. 36. — Croisure à la Chambon, d'après Pariset, *Monographie de l'industrie de la soie (Bulletin des soies et des soieries*, Lyon).

Après leur passage dans les barbins, les grèges, jusqu'ici placées dans un plan sensiblement vertical, prennent un changement de direction, voisin de 90° de leur direction primitive.

Se mouvant dans un plan à peu près horizontal, elles subissent une nouvelle croisure de cent à deux cents tours et se dirigent vers les boucles du va-et-vient ; cet appareil reçoit son mouvement d'une tige appliquée sur l'arbre moteur du tour. Cet arbre a une partie renflée en son milieu, dans laquelle on a pratiqué une coulisse ou rainure en courbe,

d'une forme telle que la tige du va-et-vient, y étant engagée pendant que l'arbre tourne, est forcée de prendre un mouvement de va-et-vient régulier.

Du va-et-vient, chaque fil de grège se rend sur un asple qui se trouve placé en arrière et au-dessus de la fileuse.

La croisure à la Chambon, obtenue avec deux fils de grège, n'est pas la seule qui soit usitée. Dans la filature à la *tavelle* (fig. 37), chaque fil de grège est isolé. Au sortir de la filière,

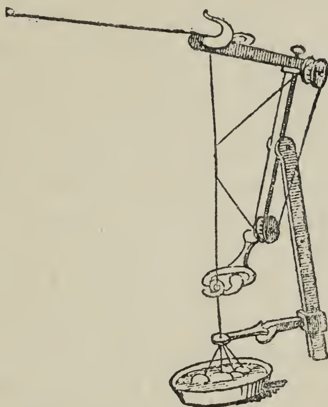


Fig. 37. — Croisure à la tavelette, d'après Pariset, *Monographie de l'industrie de la soie (Bulletin des soies et des soieries*, Lyon*)*.

le fil s'engage dans un guide, monte verticalement, puis prenant une direction oblique, s'engage sur une petite poulie ; de là, il redescend en suivant une direction presque verticale, franchit la gorge d'une deuxième poulie placée au-dessous de la première et va rejoindre, en faisant un certain nombre de tours de croisures, la direction primitive ; il s'engage ensuite dans un crochet de verre et se rend au va-et-vient. La figure permettra de comprendre aisément l'économie de ce système.

La croisure à la tavelette ne comportant qu'un fil isolé supprime les inconvénients résultant du voisinage des deux fils dans le système Chambon, c'est-à-dire les *mariages*.

Quel que soit le système employé, les fils de grège sont conduits par le va-et-vient sur l'asple. L'asple, appelé aussi volet, est une sorte de cadre, tournant verticalement, sur lequel s'enroulent les grèges. Sa coupe verticale figure un hexagone régulier dont la plus grande diagonale mesure en moyenne soixante-dix centimètres. Il tourne avec une vitesse de cent à cent cinquante tours à la minute. L'asple est construit de telle façon que par la brisure de ses montants, il puisse se ployer et permettre ainsi de dégager facilement la grège qui le recouvre.

Autrefois, l'asple était mu à bras, au moyen d'un arbre portant une roue et une manivelle. Dans presque toutes les filatures, aujourd'hui, on emploie, comme force motrice, l'eau ou la vapeur. Rien n'est plus facile que de mouvoir, au moyen de ces agents, un nombre de tours aussi grand que l'espace dont on dispose le permet. Un seul arbre suffit ; une courroie placée sur la poulie du moteur marchant à vapeur ou à eau, transmet à l'arbre unique sur lequel sont montés tous les asples, une vitesse qu'on règle à volonté par les dimensions de la poulie réceptrice.

Dans le système de croisure à la Chambon, ou croisure double, l'écartement des guides de verre ou barbins est plus grand que l'épaisseur de l'asple ; on évite ainsi les mariages. Lorsqu'un fil se rompt, la croisure horizontale se détruit et le fil intact s'écarte notablement du fil rompu et ne peut l'entraîner avec lui sur son asple.

On a contesté les avantages de la double croisure. Certains praticiens affirment qu'il est préférable de ne pas croiser les fils entre les filières et les barbins ; une croisure unique entre les barbins et le va-et-vient conserverait à la soie plus de solidité, diminuerait les chances de mariage et de rupture, et finalement, permettrait d'obtenir un meilleur rendement, c'est-à-dire un titre plus élevé avec un moins grand nombre de cocons.

Or, cette question de rendement, en filature, est capitale.

Il est évident que tout système produisant, d'une manière certaine, une amélioration dans le rendement, doit être immédiatement adopté par les praticiens. Aussi, les efforts des inventeurs, pour perfectionner l'outillage des filatures, sont-ils nombreux. Chaque année apporte son contingent d'innovations dont un très petit nombre triomphe des épreuves de la pratique : mais, néanmoins, rien ne prouve que le maximum de rendement ait été atteint, et tout, au contraire, porte à penser que des perfectionnements seront apportés encore au matériel des filatures. Déjà, on a tenté de réduire à son minimum la main-d'œuvre employée dans le triage des cocons. Un ingénieur américain, M. Serrell, a imaginé un système complet de filature automatique, dans lequel le rôle de la fileuse est largement atténué. Il se bornerait à la préparation de l'eau de la bassine, à l'apport des cocons et à la formation du premier faisceau. A partir de ce moment, le fil, entre la croisure et l'asple, agit sur la tige d'un pendule régulateur. Dès que l'épaisseur des fils de soie grège diminue, sa résistance décroissant d'une quantité proportionnelle permet au pendule de prendre une certaine inclinaison qui se traduit par l'introduction automatique d'un nouveau brin de cocon dans le faisceau de grège. La place nous manque pour décrire ici le dispositif fort ingénieux imaginé par M. Serrell ; son système, du reste, n'est pas entré encore dans la grande pratique industrielle. Il n'en présente pas moins un très grand intérêt.

Jusqu'à présent, la fileuse conserve donc toute son importance, et c'est un art véritable qu'elle doit mettre en œuvre, pour tirer le meilleur parti possible des cocons qui lui sont confiés. Nous ne pouvons décrire ici toutes les précautions, tous les tours de main qu'il lui faut employer. Une visite d'une heure dans une filature en apprendrait davantage sur ce sujet que la lecture d'une longue et minutieuse description. Bornons-nous à ajouter que la fileuse doit apporter la plus grande attention à la température de l'eau de sa bas-

sine, et que cette température doit varier suivant la quantité des cocons soumis au dévidage ; de même, l'eau des bassines doit être changée de temps en temps, une fois par jour en moyenne, lorsqu'elle est devenue trop sale. C'est une pratique suivie dans la plupart des filatures, d'ajouter dans la bassine du jus provenant de chrysalides fraîches écrasées. Cette addition, disent les filateurs, facilite le dévidage. Certains esprits chagrins prétendent que son seul résultat est de donner une surcharge à la soie, par l'absorption de la matière grasse contenue dans les chrysalides. Nous ne prendrons pas parti dans ce litige ; nous croyons que des chrysalides, comme des meilleures choses, il ne faut pas faire abus.

Dans certaines usines, le battage à la main a été remplacé par le battage mécanique. Voici brièvement en quoi consiste l'un des systèmes employés : une bassine remplie de cocons est fermée à sa partie supérieure par un disque formant couvercle. Sur sa face inférieure, ce disque est garni d'une sorte de brosse formée de brins de bouleau ou de chiendent ; il peut être animé d'un mouvement de rotation de durée déterminée, pendant laquelle le balai frotte à la surface des cocons placés dans la bassine, les dépouille des frisons et met à nu le bon brin. Le battage fini, le couvercle se relève automatiquement, entraînant avec lui les frisons : le cocon est prêt pour le tissage ; la fileuse n'a qu'à le saisir et à le mettre au dévidage.

L'opération qui consiste à ajouter une bave à la grège pour remplacer un cocon épuisé et maintenir l'uniformité de la grège, peut se faire automatiquement ; l'appareil chargé de réaliser cette opération, s'appelle comme, du reste, l'opération elle-même, le *jette-bout*. De nombreux systèmes ont été proposés : dans l'un d'eux, la base est présentée par la fileuse à un disque métallique, animé d'un rapide mouvement de rotation. Elle est saisie et entraînée dans un tube où se forme le faisceau. Par suite de la vitesse du disque, les par_

ties de la bave faisant saillie sur la soie grège, sont coupées et rejetées ; l'adjonction d'une nouvelle bave peut ainsi être effectuée plus rapidement et avec plus de sûreté.

M. Louis Camel, de Lyon, inventeur d'un jette-bout donnant de très bons résultats, a réalisé un type fort intéressant de tour à dévider les cocons. Son appareil, construit par les chantiers de la Buire, à Lyon, est représenté, figure 38.

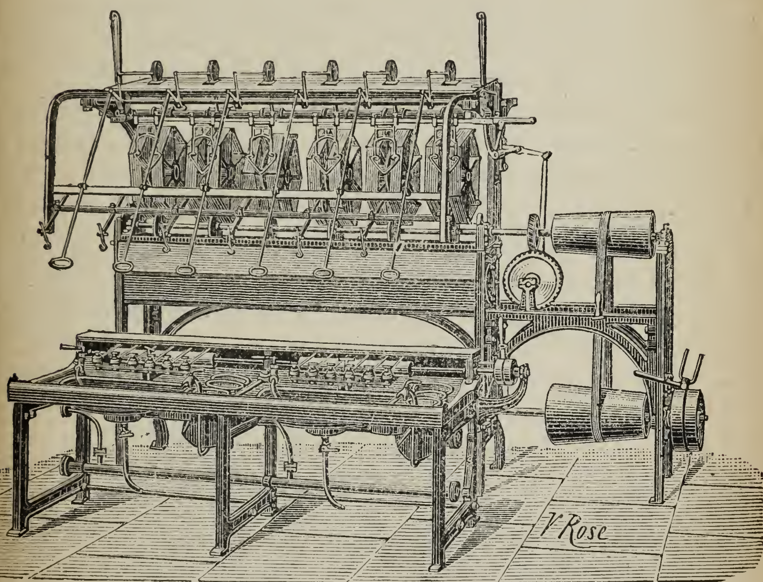


Fig. 38. — Appareil à filer la soie à deux bassines, système Léon Camel, construit par les chantiers de la Buire à Lyon.

Une nouvelle disposition des asples permet de ralentir la la vitesse du dévidage tout en obtenant une production de soie considérable. Dans le système Léon Camel, une seule ouvrière peut surveiller et entretenir jusqu'à douze fils de grèges filés avec la croisure Chambon.

La nature de l'eau employée dans les bassines influe sur la

qualité de la soie grège. MM. Gabba et Textor [1] ont étudié cette question avec beaucoup de soin et sont arrivés aux conclusions suivantes : l'action de l'eau chaude sur les cocons ramollit d'abord l'enduit gommeux de la fibre et permet le dévidage de la bave ; en même temps, une partie des substances solubles de l'enduit entre en solution. Par des traitements répétés, à l'eau chaude, les cocons peuvent perdre jusqu'à 22-26 pour 100 de leur poids.

Poussée jusqu'à ces limites, la perte en matières solubles porte préjudice à la qualité de la soie, car les matières qui entrent en dissolution sont justement celles qui donnent à la fibre, de l'éclat, de la couleur et de la ténacité. Les auteurs ont observé que la perte de la soie, en ténacité, est exactement proportionnelle à la perte en matières solubles. Or, cette dernière varie avec la composition chimique de l'eau employée. Ayant fait l'analyse d'un grand nombre d'eaux utilisées par les filatures qui fabriquent des produits de qualité supérieure, MM. Gabba et Textor ont reconnu que la dureté de ces eaux variait de 4 à 20°, et que les proportions de manières minérales dissoutes étaient représentées par les nombres suivants :

Carbonate de calcium.	0,0206	à 0,1339	grammes
Sulfate de calcium.	0,0000	0,0560	—
Sulfate de magnésium.	0,0125	0,1000	—
Chlorure de potassium et de sodium	0,0000	0,0620	—
Acide carbonique.	0,0010	0,0125	—

Les soies dévidées dans des eaux non calcaires ont moins d'apparence de couleur et de solidité que celles qui sont préparées dans les eaux dures. Les eaux dures, en effet, dissolvent moins de parties solubles de l'enduit gommeux de la fibre et fournissent, par suite, une soie de meilleure qualité. Pour prouver que la solubilité de ces substances est en raison inverse de la dureté de l'eau employée, les auteurs ont fait

[1] *Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft*, t. XII, p. 17.

dissoudre des quantités égales de colle de poisson (chimiquement analogue à la matière gommeuse de la soie) dans des volumes égaux d'eau de dureté différente et variant de 0 à 20°.

L'eau distillée, possédant le plus fort pouvoir dissolvant, est restée limpide, tandis que celle dont la dureté était représentée par 20, tenait la gélatine en suspension et se montrait la plus trouble de toutes.

D'après ces essais, les eaux dures seraient les plus propres à l'obtention de la soie grège. MM. Gabba et Textor ont tenté, du reste avec succès, de corriger les eaux des filatures n'offrant pas le degré de dureté voulu, par des additions de matières minérales. Ces additions consistaient en sulfate de calcium précipité, sulfate de magnésium et carbonate de sodium en cristaux.

Plusieurs filatures de Lombardie, où l'on pratique la correction de l'eau d'après cette méthode, fournissent des produits équivalant presque en qualité à ceux des filatures qui travaillent avec des eaux dures dont on a imité la composition. Il faut remarquer, toutefois, que le pouvoir dissolvant de l'eau diminuant avec la température, les eaux artificielles ne donnent pas d'aussi bons résultats en hiver qu'en été pour une même addition de matières minérales.

Il semble donc résulter de ces recherches que le fabricant de soie grège a tout avantage à employer les eaux calcaires, mais nous devons faire remarquer que les soies filées dans ces eaux doivent toujours contenir une certaine quantité de chaux retenue mécaniquement, qui ne peut être enlevée complètement par la cuisson. En cet état, les soies doivent se comporter moins bien à la teinture que si elles avaient été filées avec de l'eau douce. Il serait donc utile, avant d'adopter les conclusions des intéressantes recherches de MM. Gabba et Textor, d'instituer des expériences comparatives, au point de vue de la teinture, entre les soies filées à l'eau douce et celles qui proviennent des bassines alimentées avec des eaux dures.

Il serait injuste, après avoir relaté toutes les fautes qui peuvent être imputées aux fileuses, de passer sous silence les merveilles d'adresse qu'on leur voit parfois accomplir. Certaines grèges sont d'une régularité telle que si l'on prend au hasard, dans un ballot, des flottillons de cinq cents mètres, on trouve que les différences de poids, d'un flotillon à l'autre, atteignent, au maximum, deux décigrammes. Il n'était pas rare, autrefois, avant l'adoption des derniers perfectionnements dans les filatures, de trouver dans un même lot de grège, des flottillons de même longueur dont les poids variaient du simple au double.

Une fileuse habile ne doit pas se borner à produire un fil régulier ; à la qualité du travail, il faut qu'elle joigne la quantité. En tirant deux fils, elle produit en moyenne de deux à trois cents grammes de soie grège par journée de travail, la quantité variant suivant la nature de soie grège et le nombre de brins dont elle se compose.

Les éléments du travail de la fileuse sont ordinairement contrôlés avec soin. Rien n'est plus facile que de connaître le rendement qu'elle a obtenu. Il suffit de peser les cocons qui lui sont livrés et la soie grège sèche qu'elle en retire. Avec douze kilogrammes de cocons frais, on obtient d'ordinaire, un kilogramme de soie grège, mais cette proportion varie évidemment suivant la qualité des cocons ; parfois dix kilogrammes suffisent, tandis que, avec d'autres sortes, il en faut employer jusqu'à vingt kilogrammes.

Quatre kilogrammes de cocons secs produisent en moyenne un kilogramme de grège. A l'inspection des cocons, le filateur sait indiquer d'avance quelle proportion de soie doit en être retirée. Il sait, par une expérience prolongée et en mettant en œuvre un esprit d'observation toujours en éveil, que tel ensemble de caractères extérieurs correspond à tel rendement en grège. Aussi, peut-il constater si les quantités de grèges obtenues sont supérieures ou inférieures au rendement normal.

La qualité de la grège est appréciée par l'examen des flottes. On contrôle l'homogénéité par la prise de titre et l'on s'assure en même temps que la fileuse a bien composé la grège du nombre de brins qui lui avait été prescrit. Le titre légal représente le poids compté en grammes de 500 grammes de fils ; mais dans le commerce, on a conservé l'usage du titre ancien, représenté par le poids en deniers (un denier usuel vaut $0^{gr},0531$) de 400 aunes ou 476 mètres de fils.

Par la détermination du titre, on peut constater si la grège a bien sa composition normale au point de vue du nombre des brins élémentaires. En comparant les titres de différentes parties entre eux, on apprécie l'homogénéité.

Si la soie grège est le produit principal des filatures, elle n'en est pas le seul ; le *frison* est une matière première importante pour les manufactures de déchets de soie. Au fond de la bassine, on trouve également un certain nombre de produits qui reçoivent tous une utilisation et viennent augmenter les profits de la filature. Ce sont d'abord les *bassinés* ou cocons percés, qui n'ont pas été aperçus au triage ; ces cocons ne se dévident pas, refusent de tourner et doivent être traités comme déchets ; puis les *pelettes* ou *telettes ;* elles sont constituées par les dernières vestes soyeuses, celles qui touchent la chrysalide. Cette couche est très mince, non dévidable ; elle forme un déchet qui subit un traitement spécial. Enfin, à l'intérieur des pelettes, on trouve les chrysalides ; elles sont retirées avec soin, séchées au soleil au dans des étuves et vendues à l'agriculture qui les emploie comme engrais azotés.

Lorsque la grège enroulée sur l'asple a acquis une longueur suffisante, l'asple est enlevée, demontée, la flotte de grège est soumise au séchage, on détermine son titre et on la plie pour la livrer au commerce. Sous cette dernière forme, les grèges sont en paquets formés de deux parties tordues l'une sur l'autre.

Suivant leurs pays d'origine, les grèges ont des pliages différents (fig. 39); celui que nous venons de décrire est usité en France et en Italie ; les soies grèges d'Asie sont pliées en groupes de flottes disposées comme une grappe, ou en parallélipipèdes, mesurant quarante centimètres de long, vingt de large et trente d'épaisseur, appelés *mosch*. Au Tonkin, les soies sont pliées en forme d'anneaux, de cinq à six centimètres de diamètre ; du Bengale, elles arrivent en paquets étroits formés de petites flottes allongées, dites *cigarettes*.

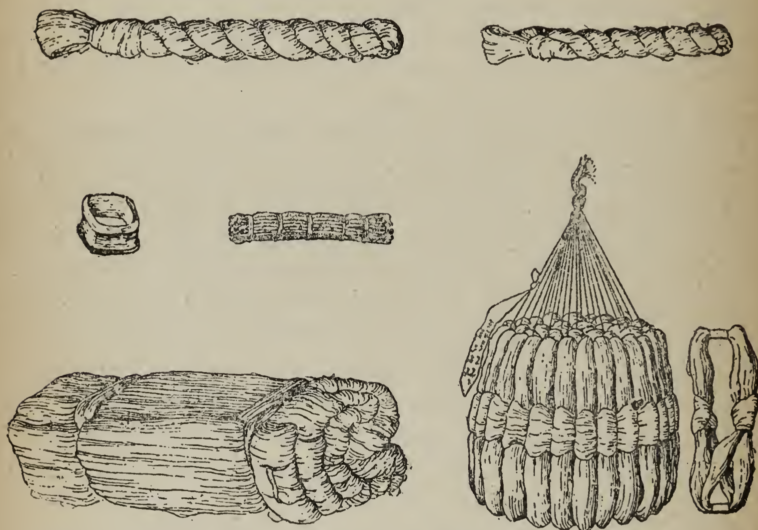


Fig. 39. — Grèges pliées, d'après Pariset, *Monographie de l'industrie de la soie (Bulletin des soies et des soieries*, Lyon).

Cette étude de la soie grège serait trop incomplète si nous ne décrivions ici les appareils et les méthodes employés au Laboratoire d'études de la soie, à Lyon, pour l'examen des éléments composant la grège, c'est-à-dire les baves de cocons. Ces recherches dont on a déjà vu, au début de ce chapitre, le résultat, permettent d'étudier méthodiquement les propriétés des baves provenant d'un seul cocon. Elles

préparent le classement méthodique des très nombreuses espèces de cocons produites dans les différentes parties du monde, en vue de la production des soies grèges. D'après les résultats qu'elles fournissent, il est possible de décider, par exemple, si une race de vers donne des cocons meilleurs ou plus mauvais qu'une autre, et si tel croisement entre deux races améliore les produits ; on conçoit donc tout l'intérêt qui s'attache à une semblable question.

Un modèle particulier de tour reproduit, figures 40 et 41, sert à toutes les déterminations. La bassine est chauffée au gaz d'éclairage. Après quatre ou cinq minutes de séjour dans un bain à 75°, le cocon est suffisamment amolli pour céder la bave ferme.

Une pédale permet de faire varier à volonté la vitesse de rotation du guindre. Les dix ailettes qu'il comprend procurent à la bave, si ténue qu'elle soit, des appuis assez rapprochés pour l'empêcher de se rompre.

Les dimensions du guindre, combinées avec la marche d'un timbre avertisseur, permettent, après cent tours, de séparer la bave en flottillons de cent mètres. Il suffit, au moment voulu, de rompre le fil et d'avancer d'un cran le le guide-bout mobile sur le va-et-vient pour former le flottillon suivant.

Pour les opérations expéditives, il suffit de faire tourner le guindre sans interruption en ayant soin seulement de pousser le guide-bout à chaque sonnerie.

Si l'on veut étudier un cocon, il faut prendre un certain nombre de précautions qui ont été minutieusement décrites par M. Dusuzeau, directeur du Laboratoire, auteur de cette ingénieuse méthode. En pareille matière, les soins apportés au détail, l'absolue régularité des manipulations, peuvent seuls donner des garanties d'exactitude.

Dans la bassine, chaque cocon est traité séparément, il n'est pas battu ; la fileuse le presse très doucement entre les doigts pour enlever la bourre et trouver le bout. Quatre ou

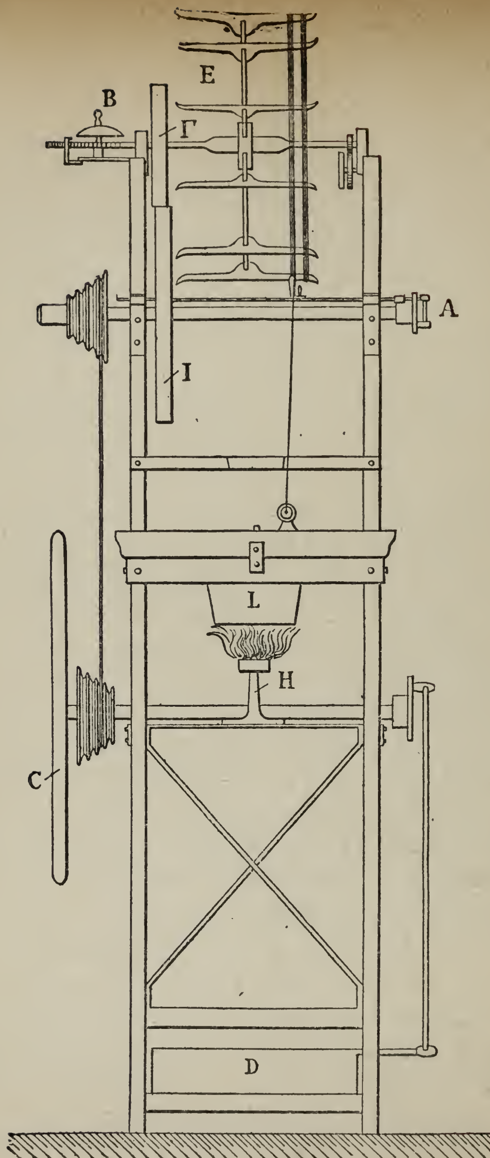


Fig. 40. — Vue de face.
Tour du Laboratoire d'études de la soie de Lyon, pour l'étude des baves.

D, pédale motrice ; H, brûleur à gaz ; L, bassine ; IΓ, poulies ; E, guindre ; A, mécanisme de distribution de la soie sur le guindre (va-et-vient) ; B, timbre avertisseur ; C, volant.

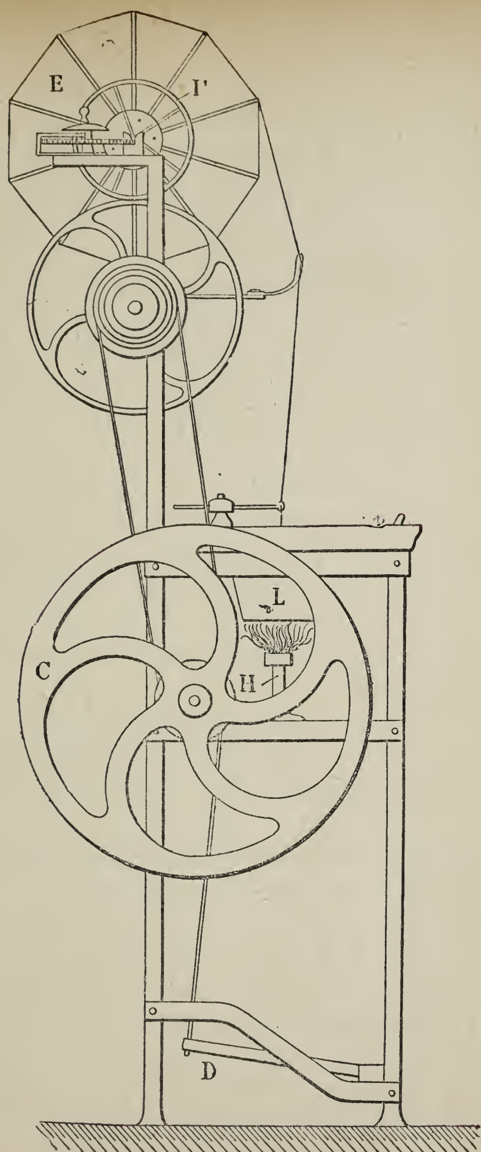


Fig. 41. — Vue de profil.
Tour du Laboratoire d'études la soie de Lyon, pour l'étude des baves.

cinq minutes suffisent pour tirer la soie d'un cocon. Afin d'envelopper toute la soie dans la position même qu'elle a prise sur le guindre, on colle entre deux lames du guindre, deux bandelettes de papier gommé, larges de seize millimètres, longues de seize à dix-huit centimètres, l'une appliquée au-dessus de la soie, l'autre au-dessous, en s'assurant de leur complète adhérence sur tous les points. Avec des ciseaux fins, on coupe par le milieu les bandes ainsi unies à la soie et tous les flottillons, maintenus aux deux extrémités par les demi-bandes de papier gommé, s'enlèvent comme un filet d'un mètre. Pour les étudier aisément, on les étale sur une planchette large de deux décimètres, longue d'un mètre dix centimètres, recouverte d'une étoffe de laine noire bien tendue et fixée à la colle-forte. Au moyen d'épingles fixées dans les bandes de papier réunissant les deux bouts de flottillons et piquées dans des planches de liège incrustées aux extrémités de la planchette, tous les flottillons séparés dans l'ordre où ils se trouvaient sur le guindre sont tendus en longueurs d'un mètre, par groupes de cent, suivant des directions parallèles.

A l'aide d'une pointe fine, on sépare autant de baves d'un mètre qu'on en veut employer pour les épreuves de ténacité, d'élasticité, la mesure de la largeur et le titrage du poids.

Cette méthode donne des renseignements très précis, elle est d'une exécution relativement rapide. Mais, au Laboratoire d'études de la soie de Lyon, on s'attache à conserver la soie entière, de manière à pouvoir, au besoin, renouveler les épreuves, soit comme contrôle, soit pour rechercher les variations qui auraient pu se produire dans les propriétés des baves.

Lorsqu'un cocon appartenant à un groupe doit être essayé, on le joint à un bulletin du modèle suivant :

Laboratoire d'études de la soie			Bulletin de dévidage des baves isolées
Date de l'essai	188	ÉTIQUETTE DU LOT	Espèce
Numéro du registre			Pays
Numéro du bocal			Envoyeur
Numéro du tiroir			Numéro d'envoi

Cocon

Forme	Grain
Couleur	Bave dévidée
Dimension	Palettes
Poids	Casse
Tissure	Dévidage

Puis, ce bulletin et le cocon sont placés dans un des compartiments d'une cassette à divisions numérotées : le numéro du compartiment est inscrit sur le bulletin ; les cocons faisant partie du même lot sont placés avec des bulletins dans les cinq autres compartiments de la même cassette.

La fileuse place le cocon à dévider dans la bassine renfermant de l'eau à la température convenable ; puis, quand elle a trouvé le brin, elle déroule cinq mètres de soie sur une palette pour les opérations du titrage. La palette, est constituée par une lame de cuivre très mince, longue de dix centimètres, large de quatre, qu'à l'aide d'un manche mobile à pinces, la fileuse fait tourner entre ses doigts ; vingt-cinq tours prennent les cinq mètres.

Puis l'ouvrière casse le fil, l'applique sur le guindre et dévide cent mètres ; elle prélève ensuite une deuxième palette de cinq mètres, dévide cent mètres sur le guindre et continue ainsi par dévidages alternatifs de cinq et de cent mètres, sur les palettes et sur le guindre jusqu'à épuisement des cocons.

Une fileuse exercée peut dévider ainsi un cocon en l'espace de quinze minutes environ. Les flottillons sont pliés quatre fois sur eux-mêmes et, sous cette forme réduite, disposés

avec ordre sur une des feuilles de carton d'un album réservé aux baves.

On dévide ainsi six cocons du même groupe. Les palettes sont réunies aux bulletins correspondants dans les casiers de la cassette et remises au titreur qui fait quatre épreuves de titrage et d'élasticité pour chaque palette.

De la soie restant sur les palettes après ces épreuves, on prélève quelques fils, on les fixe parallèlement au moyen de baume du Canada, sur des lames de verre, puis après les avoir recouverts d'une lamelle, on les examine au microscope pour mesurer les épaisseurs. On étiquette et on conserve chaque préparation. Les frisons et la telette sont recueillis, séchés et renfermés dans un pli épinglé du bulletin.

Enfin, les bulletins sont l'objet d'un classement qui permet de les retrouver rapidement en cas de besoin.

Toutes ces opérations concourent à donner un très grand degré d'exactitude aux nombres obtenus par le Laboratoire d'études de la soie de Lyon. Par cette méthode qui fonctionne depuis six ans environ, et a porté déjà sur un grand nombre de lots, s'établissent ce que l'on pourrait appeler les constantes physiques et mécaniques des baves du cocon. Leur ensemble forme de précieux éléments pour l'étude de l'obtention des soies grèges.

Il nous reste maintenant, avant d'entreprendre l'étude des transformations mécaniques que doit subir la soie grège pour former un fil véritable capable d'être tissé et teint, à relater les recherches qui ont été faites pour élucider la constitution chimique de la soie. C'est sur la soie grège, en effet, que se sont portés tous les efforts des expérimentateurs. A cet état, la soie est débarrassée de toutes les impuretés qui l'accompagnent dans le cocon ; elle affecte une forme qui la rend particulièrement apte à l'examen physique et à l'action des réactifs. Nous avons vu toutefois que, par le court séjour que les cocons ont fait dans la bassine, une partie de leur grès est entrée en dissolution, mais cette élimination

s'est effectuée sans que les propriétés primordiales de la soie aient subi des modifications appréciables.

CHAPITRE III

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CONSTITUTION CHIMIQUE DE LA SOIE GRÈGE

Propriétés physiques

La soie grège est formée, nous l'avons vu, d'un nombre variable de baves ou brins élémentaires réunis entre eux au moment du dévidage du cocon et soudés par la coagulation du grès.

Parmi les propriétés physiques de la soie grège, un certain nombre d'entre elles, l'élasticité, la ténacité, la ductilité, dépendent évidemment du nombre de brins assemblés. Aussi ces propriétés doivent-elles être étudiées sur le brin. Il serait possible, il est vrai, de rechercher, par des expériences directes, si dans une grège obtenue par la soudure d'un nombre déterminé de brins, les propriétés physiques que nous venons d'énumérer ont une valeur exactement égale à la somme de celles des brins composants ; mais ces déterminations n'ont pas été réalisées et cette identité, quoique non établie encore expérimentalement est admise par des raisons d'analogie.

La soie grège est brillante, et par cette propriété, elle constitue le plus beau des textiles connus. Sa couleur varie suivant les cocons dont elle provient ; de même qu'on connaît des cocons blancs, des cocons jaunes et des cocons verts, on rencontre des soies blanches, jaunes et jaune verdâtre. La

saveur de la soie grège est nulle ; son odeur est caractéristique, mais assez faible.

La figure 42 montre l'aspect que présentent au microscope les brins de soie, comparativement avec les matières textiles les plus usitées.

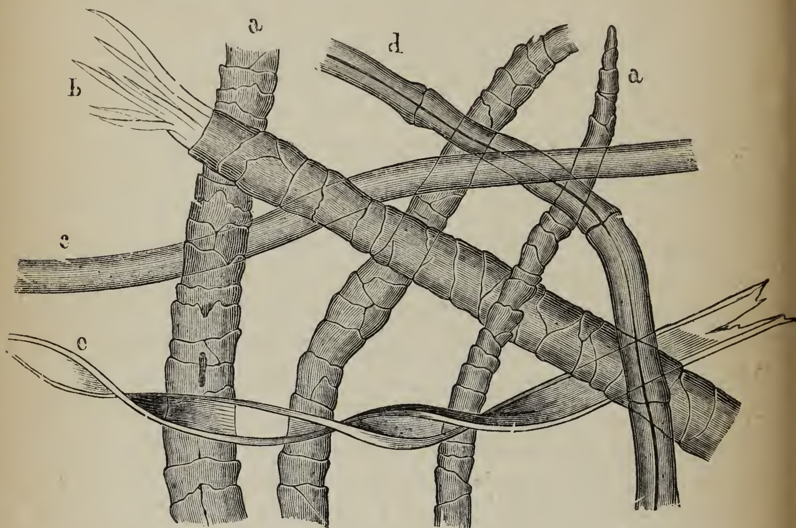


Fig. 42. — Examen microscopique d'un mélange de fibres textiles animales et végétales.

a, laine neuve ; *b*, laine qui a été portée; *c*, soie ; *d*, lin ; *e*, coton.

La densité de la soie n'a fait l'objet que d'un très petit nombre de déterminations. Robinet a trouvé 1,367 pour la densité de la soie obtenue en étirant directement la glande soyeuse d'un ver.

M. J. Persoz [1] a mesuré la densité d'une échevette de soie (organsin de France), préalablement décreusée et immergée dans l'eau distillée bouillante pour expulser l'air

[1] *Essai sur le conditionnement, le titrage et le décreusage de la soie*, par Jules Persoz, Paris, 1878 (G. Masson, éditeur).

qu'elle contenait. Il a obtenu, par la méthode de la balance hydrostatique, le chiffre 1,357 qui se rapproche beaucoup de celui de Robinet.

Il serait intéressant de connaître les densités comparatives de la soie écrue et de la soie cuite, de savoir dans quelles limites peut varier la densité de la soie, suivant sa provenance des échantillons examinés.

On a remarqué que dans certains bains de densité considérable, atteignant 1,5, la soie ne flottait pas, et on a cru pouvoir conclure de ce fait que la densité de la soie devait dépasser 1,5. Une pareille conclusion ne semble pas suffisamment fondée ; avant de l'adopter, il faudrait démontrer qu'il n'y a pas eu de combinaison entre la soie et les éléments composant ce bain. La densité minima 1,5 peut, en effet, représenter, non pas la densité de la soie, mais celle de la combinaison formée par la soie avec un des éléments du bain.

La soie grège possède la propriété de s'électriser très facilement : quand elle est sèche, le moindre frottement suffit à lui donner un état électrique qui se manifeste d'une manière fort intense.

Les fils se repoussent les uns les autres, s'écartent à tel point que les flottes s'ouvrent et peuvent difficilement être maniées. Ce phénomène entraverait bien souvent les opérations industrielles que doit subir la soie, si l'on n'y parait en entretenant dans les ateliers une humidité convenable : on a constaté, en effet, que la soie humide s'électrisait bien moins facilement que la soie sèche.

Au point de vue de la conductibilité électrique, la soie doit être rangée parmi les corps isolants ou diélectriques.

Le tableau suivant, dû à Culley, donne la liste des corps usuels dans leur ordre de conductibilité électrique décroissante ou de leur résistance croissante.

CORPS DITS CONDUCTEURS	CORPS DITS SEMI-CONDUCTEURS	CORPS DITS ISOLANTS OU DIÉLECTRIQUES
Argent.	Charbons de bois et coke.	Laine.
Cuivre.	Acides.	Soie.
Or.	Dissolutions salines.	Verre [2].
Zinc.	Eau de mer.	Cire à cacheter.
Platine.	Air raréfié [1].	Soufre.
Fer.	Glace fondante.	Résine.
Etain.	Eau pure.	Gutta-percha.
Plomb.	Pierre.	Caoutchouc.
Mercure.	Glace non fondante.	Gomme laque.
	Bois sec.	Paraffine.
	Porcelaine.	Ebonite.
	Papier sec.	Air sec.

Grâce à ses propriétés isolantes, la soie est employée pour recouvrir des fils de cuivre utilisés comme conducteurs électriques.

Dans ce cas, les fils de soie sont enroulés autour des fils de cuivre de manière à former une couche simple ou double, puis on les recouvre de paraffine ou d'un vernis isolant spécial.

Mais ce qui domine toutes les propriétés physiques de la soie, c'est sa faculté d'absorption pour une foule de substances. Comme le charbon de bois, la soie absorbe les gaz, tels que l'ammoniaque, l'acide chlorhydrique, l'acide sulfureux. Elle fonctionne comme un corps poreux; néanmoins, examinées au microscope sous un fort grossissement, les sections transversales de grège ne laissent pas découvrir de solutions de continuité. Toutefois, malgré cette particularité, la constitution physique de la soie grège se rapproche de celle des corps poreux par ce fait que sa surface est très grande par rapport à son poids, et qu'elle peut ainsi présenter à

[1] La place de l'air raréfié dans cette liste dépend du degré de raréfaction.

[2] Certaines variétés de verre bien sec isolent mieux que la gutta-percha.

l'action des gaz une zone d'action très étendue pour un poids relativement très faible.

Dans l'air, la soie grège fixe toujours une proportion très grande d'humidité. La quantité d'eau hygroscopique retenue par la soie peut varier suivant l'état d'humidité de l'air, de 10 à 25 pour 100; elle peut même atteindre 30 pour 100 sans que la soie, vue et touchée, paraisse mouillée ni humide.

MM. Bolley et Suida[1] ont déterminé, par des expériences directes, la manière dont se comportent, sous le rapport des propriétés hygroscopiques, la soie grège et la soie décreusée, c'est-à-dire dépouillée de son grès par l'action dissolvante d'une solution bouillante de savon.

Il était intéressant de savoir, en effet, si l'attraction puissante qu'exerce la soie sur l'humidité de l'air était due à la fibroïne ou bien au grès qui la recouvre.

Un même poids de soie écrue et de la même soie préalablement décreusée avec soin, après avoir été abandonné dans les mêmes conditions à l'influence de l'air atmosphérique, fut desséché et pesé.

La soie écrue perdit.	9,99 pour 100	de son	poids
La soie décreusée perdit. . . .	9,24	—	—

Après avoir été abandonnés de nouveau pendant le même temps à l'air humide, les deux échantillons furent pesés.

La soie grège ou écrue, avait augmenté de	12,586	pour 100	de son	poids
La soie décreusée, —	12,490	—		—

Ces expériences montrent d'une façon fort nette que les propriétés absorbantes exercées par la soie sur la vapeur d'eau sont partagées à des degrés presque égaux par la soie grège et par la soie décreusée. C'est-à-dire que la fibroïne et le grès exercent sur la vapeur d'eau des actions attractives d'intensités sensiblement égales.

[1] *Schweiz. polytechnische Zeitschr.*, 1868, 2e liv.

Cette propriété laisse incertaine la quantité de soie sèche contenue dans une soie grège ou ouvrée. Aussi, dans les transactions commerciales a-t-on reconnu la nécessité de doser cette humidité et de fixer une humidité moyenne. Cette question sera examinée en détail dans la deuxième partie de ce livre, au chapitre du conditionnement.

La soie ne fixe pas seulement les gaz et les vapeurs : immergée dans l'eau, ces propriétés absorbantes peuvent se manifester vis-à-vis de corps solides ou liquides contenus dans ce dissolvant, avec une remarquable intensité. C'est en utilisant ces propriétés que la soie peut être teinte et qu'il est possible de réaliser avec elle ces merveilleux effets décoratifs dus à la disposition des couleurs. A ce point de vue, les facultés absorbantes de la soie présentent donc la plus haute importance. Les ressources qu'elles donnent à l'industrie sont tellement précieuses qu'en les utilisant, la consommation de la soie a pu prendre toute l'importance qu'elle possède aujourd'hui et qu'elle augmentera encore dans l'avenir. Toute application nouvelle de cette propriété permet d'obtenir des effets décoratifs nouveaux, et comme la soie, par son éclat, sa ténacité, constitue le plus beau des textiles, on conçoit combien le développement de sa consommation se trouve lié aux industries qui ont pour but d'exalter encore les qualités qui assurent sa suprématie.

Tous les textiles, il est vrai, possèdent, comme la soie, des propriétés absorbantes, mais à des degrés différents. Il existe des rapports assez étroits, à ce point de vue, entre la soie et la laine qui sont toutes les deux des textiles d'origine animale, tandis que les fibres végétales ont un pouvoir absorbant notablement moins fort.

On ne connaît pas encore, d'une manière précise la théorie de ces phénomènes d'absorption, nous étudierons en détail leur application à l'occasion de la teinture de la soie. Leur cause doit-elle être attribuée à des forces chimiques? C'est un phénomène encore incomplètement éclairé que nous

essayerons d'analyser en étudiant la constitution chimique de la soie.

Constitution chimique de la soie grège

L'état actuel de nos connaissances sur la constitution chimique de la soie est encore peu avancé. Un nombre restreint d'expérimentateurs a appliqué ses efforts à l'étude chimique de la soie. De plus, la connaissance de la soie, au point de vue chimique, constitue un des problèmes les plus difficiles qui existent.

Dans l'impossibilité où nous sommes d'enregistrer des résultats définitifs, nous nous bornerons à résumer les recherches des chimistes qui ont étudié notre textile.

Rigaut de Saint-Quentin, l'abbé Collomb, Beaumé soumirent la soie à certaines expériences dans le but d'améliorer les procédés en usage chez les teinturiers. Mais c'est à Roard, qui dirigeait en 1801 la manufacture des Gobelins, qu'on doit la première étude chimique de la soie. Cet expérimentateur a communiqué le résultat de ses recherches à l'Institut de France, le 12 août 1807.

Il reconnut d'abord que la lumière solaire exerçait une action décolorante sur les soies grèges. Exposées au soleil, les soies provenant de cocons blancs acquièrent un blanc plus parfait. Les soies jaunes sont entièrement décolorées et deviennent aussi blanches que les plus belles soies retirées des cocons blancs.

Utilisant ensuite l'action de l'eau bouillante à laquelle Collomb avait reconnu déjà la propriété de dissoudre le vernis de la soie, il chercha à déterminer les substances perdues par la soie dans cette opération. Puis il fit agir successivement l'alcool froid et l'alcool bouillant sur les soies grèges et fut amené à établir que la soie écrue devait sa roideur à une substance connue depuis longtemps sous le nom de gomme ou vernis. Cette matière est parfaitement la même dans les

soies écrues blanches et dans les soies jaunes. Elle s'y rencontre dans la proportion de 23 à 24 pour 100.

D'après Roard, le vernis de soie comprendrait :

1° De la gomme très soluble dans l'eau bouillante ;

2° De la matière colorante, soluble dans l'alcool froid, pour les soies jaunes seulement qui en renferment environ la soixantième partie de leur poids ;

3° Une substance analogue à la cire, soluble dans l'alcool bouillant ; elle forme la deux centième ou la trois centième partie du poid de la soie.

Non content d'étudier avec précision les différentes substances composant le vernis de soie, Roard rechercha les meilleurs moyens de débarrasser la soie de son enveloppe extérieure. Ses recherches avaient pour but, à une époque où les travaux chimiques se proposant d'élucider et de perfectionner les opérations industrielles étaient rares, d'étudier le décreusage, c'est-à-dire la cuite des soies.

Le décreusage, disait Roard, est une opération par laquelle on rend les soies douces, blanches et brillantes en les traitant pendant plusieurs heures avec des quantités très variables d'eau et de savon. Cette opération peut être effectuée avec d'autres substances dissolvantes que le savon. L'eau bouillante, les dissolutions de soude amènent la séparation de la soie et de son vernis. Mais Roard constata que parmi tous les autres le traitement du savon donnait les soies les plus vives et les plus brillantes.

Mulder de Rotterdam, continuant les recherches de Roard, énonça, vers 1836, que la soie renferme plusieurs principes qu'il désigna sous les noms de *fibroïne*, d'*albumine* et de *gélatine*. Nous n'insisterons pas sur les recherches de Mulder. Si cet expérimentateur a établi, en effet, la composition centésimale de certains produits provenant du traitement de la soie par l'acide acétique bouillant, il est actuellement prouvé que ses interprétations ne sont pas légitimes. Il est démontré aujourd'hui que les substances appelées par Mulder fibroïne,

gélatine et albumine ne préexistent pas dans la soie et proviennent de la décomposition de ce textile sous l'action trop prolongée de l'acide acétique bouillant. En outre, l'identité établie par Mulder entre les produits de décomposition de la soie et la fibroïne, la gélatine et l'albumine est erronée. Tout au plus existe-t-il entre ces produits des similitudes au point de vue de la composition centésimale et des propriétés physiques.

Les expériences de Sobrero[1] conduisirent à des résultats nouveaux sur la constitution de la soie. Ce chimiste reconnut d'abord qu'en desséchant la soie à 100° elle perd une quantité d'eau égale en moyenne à 9 ou 11 pour 100 de son poids. Étudiant ensuite l'influence des solutions bouillantes de savon sur la soie, Sobrero constata que ce textile perdait de 24 à 26 pour 100 de son poids.

Ces résultats n'ont pas apporté, il est vrai, d'élément nouveau à la connaissance chimique de la soie; mais ils ont confirmé les conclusions de Roard et sont venus, en somme, apporter un contrôle précieux dans un sujet encore peu étudié.

Mais les recherches de Sobrero ont une originalité entière en ce qui concerne la détermination des matières minérales contenues dans la soie[2]. Ce côté de la question avait été, en effet, complètement laissée dans l'ombre.

Sobrero incinéra successivement au rouge vif dans une capsule de platine, pendant un temps suffisant, cinq échantillons de soie. En prolongeant l'opération pendant un temps suffisant il obtint des cendres parfaitement blanches, exemptes de charbon, dont les poids sont relatés dans le tableau suivant :

N° 1	Cendres.	0,770
2	—	0,752
3	—	0,899
4	—	0,761
5	—	0,644

[1] *Répertoire de chimie appliquée*, 1860, p. 97.
[2] Voir *Moniteur scientifique*, 1860.

L'analyse de ces cendres a montré qu'elles étaient composées de chaux, de magnésie, de sesquioxyde de fer et d'alumine.

L'origine de ces matières minérales peut être attribuée à différentes causes que Sobrero ne tenta pas de démêler.

En 1880 M. P. Francezon[1], reprenant l'étude commencée par Sobrero, détermina avec beaucoup de soin la proportion de cendres données par les coques de cocon et par la soie grège qui en provient.

Voici les résultats moyens obtenus :

Cendres de coques..	1,64	pour 100
Cendres de soie grège filée à l'eau distillée. .	0,78	—
Cendres de soie grège filée à l'eau distillée chrysalidée..	0,75	—

La coque du cocon renferme donc une proportion de matières minérales double de celle qu'on rencontre dans la soie grège. La moitié des matières minérales s'élimine pendant la fiature et cette perte ne diminue pas quand on file dans une eau déjà très chargée des sels terreux et des matières grasses des chrysalides.

L'étude des cendres de soie a montré à M. Francezon que les soies grèges renferment presque toujours de petites proportions de cuivre et de plomb. Ce fait s'explique si l'on réfléchit aux propriétés absorbantes de la soie. Le plomb formant l'enduit des bassines de terre employées parfois en filature, le cuivre constituant la matière même du tuyau amenant la vapeur, se dissolvent en petites proportions dans l'eau des bassines portées à une température relativement élevée. C'est ainsi que la soie fixe une petite quantité de ces deux métaux. Leur présence, du reste, dans les limites où elle se rencontre, ne paraît pas modifier d'une manière appréciable les propriétés de la soie ni sa valeur technique.

[1] *Notes pour servir à l'Etude de la soie*, par Paul Francezon, Lyon, imprimerie du textile, 1880.

M. Paul Francezon a complété ses études en expérimentant l'action de divers dissolvants sur la soie, au point de vue du dosage de la gomme et de la fibroïne.

Reprenant les travaux de ses devanciers, M. Francezon démontra d'abord l'erreur des conclusions de Mulder, puis il proposa de doser, dans la soie, la fibroïne et le grès en employant successivement deux bains de savon bouillant, puis après rinçage à l'eau distillée, l'action successive de deux solutions bouillantes d'acide acétique à 8°. Dans ces conditions, tout le grès de la soie se trouve éliminé, et l'on obtient de la fibroïne qui n'a pas été sensiblement attaquée par les réactifs employés.

Comme application de sa méthode, M. Francezon présente les résultats qui lui ont été donnés par l'examen des coques de cocons jaunes.

Substances solubles dans l'alcool.	3,27	pour 100
Grès proprement dit.	22,89	—
Cendres totales.	1,46	—
Fibroïne.	72,38	—
	100,00	

On a soumis aux mêmes épreuves de la soie grège obtenue en filant dans l'eau distillée des cocons identiques à ceux qui avaient été examinés en nature.

M. Francezon a constaté les résultats comparatifs suivants :

JAUNE CÉVENNES	COQUES DE COCONS	SOIE GRÈGE
Fibroïne (y compris 0,22 de sels). . .	72,38	75,18
Grès.	22,89	22,82
Corps extrait par l'alcool.	3,27	1,44
Sels.	1,46	0,56
	100,00	100,00

Les résultats obtenus par M. Francezon marquent un progrès sérieux dans la connaissance de la composition immédiate de la soie. Reposant sur des méthodes rigoureuses, fournissant des données comparatives applicables à l'étude

des différentes soies, ils permettent de les classer entre elles et de contrôler les résultats industriels. Ajoutons que la concordance la plus parfaite existe entre les résultats de M. Francezon et ceux qu'obtiennent les teinturiers dans le traitement de la soie.

Résumons en quelques mots les résultats définitivement acquis. La soie grège se compose essentiellement en chiffres ronds de :

75 pour 100 de fibroïne. . . .	résultats moyens
25 pour 100 de grès.	

Le grès se distingue de la fibroïne en ce qu'il est facilement soluble dans des solutions bouillantes de savon. On rencontre aussi dans la soie grège une faible proportion de corps gras, de substances mal définies analogues à la cire et, dans certains cas, de matières colorantes. L'ensemble de ces corps ne dépasse pas 1 et 1/2 pour 100 du poids de la soie.

Les recherches qui viennent d'être résumées s'appliquent toutes à l'analyse immédiate de la soie grège, c'est-à-dire qu'elles ont eu pour résultat d'isoler les différents corps chimiques définis formant, par leur assemblage, la soie grège. D'autres expérimentateurs se sont appliqués, à leur tour, à étudier la constitution chimique des différents éléments, fibroïne, grès, dont le mélange constitue la soie écrue.

Le plus ancien en date est G. Staedeler qui publia, en 1859, une série de travaux sur la fibroïne, la spongine, la chitine et le mucus animal.

Ce chimiste se procura d'abord de la fibroïne, en faisant tremper, pendant dix-huit heures environ, de la soie jaune dans une lessive de soude froide à cinq centièmes. Après avoir exprimé et lavé la soie avec une liqueur acide formée d'une partie d'acide chlorhydrique fumant et de vingt parties d'eau,

[1] *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CXI, p. 12 (nouvelle série, t. XXXV).

Staedeler obtint de 42 à 50 pour 100 d'une matière blanche présentant, au microscope, la forme de la soie décortiquée, mais facile à réduire en une poudre ténue et légère. Elle ne laissait, à la combution, qu'une trace de cendres.

Staedeler envisageait ce corps comme de la fibroïne ; nous savons déjà ce qu'il faut penser de cette affirmation. La fibroïne de Staedeler n'est évidemment qu'un produit d'altération de la fibroïne technique nettement définie par les recherches de Roard et de Francezon.

Staedeler voulut comparer, avec les matières protéiques et les substances qui s'en rapprochent, le corps qu'il appelait fibroïne ; il le soumit, dans ce but, à l'action de l'acide sulfurique étendu. Ce réactif donne avec le tissu élastique, un seul produit cristallisable, la leucine; avec le tissu gélatineux, de la leucine et du glycocolle ; avec les matières protéiques, de la leucine et une très petite quantité de tyrosine.

Par l'action de l'acide sulfurique sur la fibroïne, Staedeler obtint un mélange de leucine et de tyrosine ; il conclut de ce résultat que la fibroïne se rapprochait, par sa nature, de la substance cornée et du mucus et qu'elle différait de la substance fibreuse constituant les éponges.

C'est à ce point que s'arrêtent les recherches de Staedeler. Émile Cramer a publié, en 1865 [1], d'intéressants résultats que lui donna l'étude chimique de la soie.

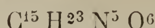
Reprenant l'étude de la fibroïne, Cramer prépara ce corps en traitant la soie par l'eau, sous pression, dans la marmite de Papin. Il obtint ainsi une matière jaune pâle, douée d'un grand éclat, représentant 66 pour 100 de la soie employée.

Soumise à l'analyse élémentaire, cette fibroïne se montra composée de :

Carbone.	48,39	pour 100
Hydrogène.	6,51	—
Azote.	18,40	—
Oxygène.	26,70	—

[1] *Journal für praktische Chemie*, XCVI, p. 76.

D'après Cramer, la composition de la fibroïne pourrait être représentée par la formule :

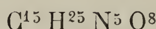


$$C^{15} H^{23} N^{5} O^{6}$$

Conformément aux conclusions de Staedeler, la fibroïne traitée par l'acide sulfurique étendu fournit de la tyrosine et de la leucine. Cramer a trouvé, en outre, le glycocolle dans les produits de la réaction.

Les recherches de Cramer ont porté principalement sur l'étude de la matière gélatineuse de la soie. Cette substance, que l'auteur nomme *séricine*, est très voisine du grès si elle ne se confond pas avec lui. Obtenue en dissolution dans l'eau ayant agi sur la soie pendant trois heures à l'ébullition, la séricine est obtenue pure par des précipitations successives, par l'acétate de plomb, puis l'alcool.

La séricine est une poudre incolore dont la composition répond à la formule :

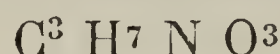


$$C^{15} H^{25} N^{5} O^{8}$$

D'après cette expression, la séricine différerait de la fibroïne par une molécule d'eau et un atome d'oxygène en plus.

Soumise à l'action de l'acide sulfurique étendu, la séricine produit une petite quantité de leucine, environ 5 pour 100 de tyrosine, aucune trace de glycocolle, et 10 pour 100 d'un corps cristallisable que Cramer nomme *sérine*.

L'analyse de la sérine a conduit à la formule :



$$C^{3} H^{7} N O^{3}$$

Elle diffère donc de l'alanine par un atome d'oxygène. Comme cette dernière substance, elle se combine aux oxydes et aux acides. Sa solution dissout à l'ébullition l'hydrate de cuivre, et la liqueur bleu foncé qu'on obtient donne, par le refroidissement, des cristaux très colorés de sérine cuivrique, ressemblant au glycocolle et à l'alanine cuivrique ; sa combinaison argentique est difficile à obtenir pure, elle est altérable par la lumière.

Les faits découverts par Cramer présentent une grande

importance au point de vue de la détermination de la constitition chimique de la fibroïne et du grès de soie.

La sérine, en effet, obtenue par l'action de l'acide sulfurique étendu sur la séricine, montre d'étroites analogies de constitution avec l'alanine ; voici, en effet, les formules de ces deux corps :


Sérine : $C^3 H^7 NO^3$

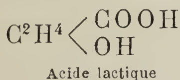

Alanine : $C^3 H^7 NO^2$

Or, l'alanine est une substance dont la constitution chimique est parfaitement connue ; on l'a préparée par l'action de l'acide cyanhydrique en présence de l'eau et de l'acide chlorhydrique sur l'aldéhydate d'ammoniaque [1]. Elle a été obtenue aussi en partant de l'acide lactique, et plus simplement encore, par l'action d'une solution alcoolique d'ammoniaque sur l'acide bromopropionique [2].

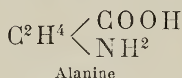
Soumise à l'action de l'acide nitreux, l'alanine donne de l'acide lactique, tandis que dans les mêmes conditions, la sérine aboutit à l'acide glycérique, produit de l'oxydation de la glycérine.

Il est donc très probable que, de même que l'alanine représente de l'acide lactamidique, la sérine n'est autre chose que de l'acide glycérique monoamidé.

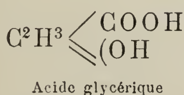
Les formules suivantes montrent clairement ces relations :



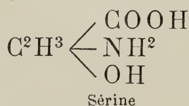
Acide lactique



Alanine

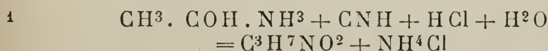


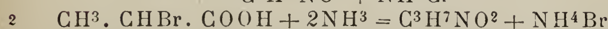
Acide glycérique



Sérine

Des recherches toutes récentes de Th. Weyl [3], il résulte


1 $CH^3 . COH . NH^3 + CNH + HCl + H^2O$
$= C^3H^7NO^2 + NH^4Cl$


2 $CH^3 . CHBr . COOH + 2NH^3 = C^3H^7NO^2 + NH^4Br$

3 *Berichte der Deutschen chemischen Gesellschafft*, t. XXI, p. 1407 et 1529.

qu'on peut isoler de la solution chlorhydrique de la soie, un composé que l'auteur a appelé *séricoïne* et qui ne paraît différer de la fibroïne que par sa moindre teneur en azote.

En faisant agir l'acide sulfurique étendu, à l'ébullition, sur la soie décreusée, Weyl a trouvé comme produits de décomposition :

De la tyrosine.	5,2	pour 100 du poids de la soie
De l'α-alanine.	15	— — —
Du glycocolle.	7,5	— — —

Quoique l'étude des produits de décomposition de la séricoïne par l'acide sulfurique ne soit pas encore terminée, Th. Weyl annonce cependant qu'il a constaté déjà la présence de la tyrosine et du glycocolle.

Toutes les substances obtenues par Staedeler, Cramer, Weyl comme produits de décomposition de la soie grège, de ses produits composants ou très voisins (séricine, séricoïne) possèdent un caractère commun d'une extrême importance. Elles ont les mêmes fonctions chimiques et sont toutes constituées par des acides monobasiques monoamidés. Cette relation commune ressort avec évidence de l'examen des formules respectives de ces corps ; on a, en effet :

Glycocolle $$CH^2 \left\langle \begin{matrix} COOH \\ NH^2 \end{matrix} \right.$$

Acide amido-acétique

α-alanine $$CH^3 . CH \left\langle \begin{matrix} COOH \\ NH^2 \end{matrix} \right.$$

Acide α-amido-propionique

Leucine $$CH^3 . (CH^2)^3 . CH \left\langle \begin{matrix} COOH \\ NH^2 \end{matrix} \right.$$

Acide α-amido normal caproïque

Tyrosine $$C^6H^4 \left\langle \begin{matrix} OH \\ CH^2 . \end{matrix} \right. CH \left\langle \begin{matrix} COOH \\ NH^2 \end{matrix} \right.$$

Acide oxy-phényl-α-amido-propionique

Sérine $$C^2H^4O \left\langle \begin{matrix} COOH \\ NH^2 \end{matrix} \right.$$

Acide amido-glycérique (?)

Les recherches que nous venons de résumer ici nous ont conduit à un résultat fort important. Elles ont démontré la possibilité de rattacher la constitution des principes immédiats composant la soie, tels que le grès et la fibroïne, à celle de principes chimiques dont les propriétés et les modes de formation sont parfaitement connus; mais seulement un coin de voile nous cachant la vérité a été soulevé.

Il faut dire que la connaissance de la constitution chimique de la soie apparaît comme un des plus redoutables problèmes de la science moderne.

Par analogie d'origine, nous devons ranger la soie à côté des productions épidermiques, telles que la corne, les cheveux, la laine. Ces substances, elles-mêmes, sont voisines des matières collogènes, gélatine, osséine, tissus des cartilages, chondrine, et doivent différer peu de l'albumine et des matières albuminoïdes proprement dites, c'est-à-dire de la caséine, de la fibrine, etc.

Toutes ces substances qui forment la base de l'organisme vivant, ont été soumises, par M. Schutzenberger, professeur au Collège de France, à l'application d'une méthode générale que nous décrirons plus loin. Ce savant chimiste a trouvé qu'elles donnaient des résultats sinon identiques, du moins de même ordre, et assez comparables pour qu'il soit permis d'affirmer qu'elles possèdent, comme les corps gras neutres, une constitution analogue, qu'elles sont toutes bâties sur le même modèle, d'après les mêmes principes et avec des matériaux de même nature [1].

L'œuvre entreprise par M. Schutzenberger depuis 1874, conduite sans interruption et non encore achevée, est, on le voit, d'une importance capitale.

[1] Voir *Comptes rendus de l'Académie et Sciences*. 1875, t. LXXX, p. 222. — 1875, t. LXXXI. p. 1108. — 1875, t. LXXXI, p. 1191. — 1876, t. LXXXII, p. 262. — 1877, t. LXXXIV, p. 124. — 1878. t. LXXXVI. — 1885. t. CI, p. 1267. — 1886, t. CII, p. 1295. — 1888. t. CVI, p. 1407.

Partout où la vie apparaît avec une certaine intensité, les matières albuminoïdes, dont les principes immédiats du blanc d'œuf et du sérum du sang représentent les types les plus parfaits, se révèlent en proportions notables. Or c'est par l'étude attentive des transformations chimiques des matières protéiques dans l'organisme vivant que l'on peut espérer atteindre la solution de la plupart des problèmes posés par la biologie.

Mais des travaux fructueux ne peuvent être dirigés dans cette voie, que lorsqu'on aura acquis une idée nette et précise sur la nature intime, sur la structure moléculaire de ces corps et les dédoublements auxquels ils peuvent se prêter.

La constitution chimique des matières protéiques domine la chimie biologique et la biologie tout entière. L'étude de la soie, se trouve donc liée, on le voit, à celle des corps composant presque exclusivement les tissus des animaux d'ordre supérieur.

Aussi, pour la clarté de l'exposition, ne pouvons-nous nous borner à résumer seulement les résultats qu'à obtenus M. Schutzenberger concernant la soie. C'est par l'étude comparative de la soie et les matières protéiques que nous pourrons établir des déductions précises.

M. Schutzenberger a cherché à briser, ou plutôt à cliver, par des moyens convenablement choisis, les molécules si complexes et si élevées de l'albumine, de la fibroïne, de la soie grège. Il a étudié ensuite les fragments de constitution de ces corps, plus simples et plus abordables. Cette méthode analytique est du reste celle qui a permis maintes fois aux chimistes modernes d'élucider la constitution intime des corps soumis à leurs recherches.

D'autres expérimentateurs avaient déjà tenté de dédoubler les matières albuminoïdes et leurs congénères, en composés plus simples. Staedeler et Cramer, par l'action de l'acide sulfurique étendu d'eau, avaient pu obtenir avec la soie des produits bien définis, la leucine, la tyrosine, le glycocolle.

Mais il n'était pas possible de formuler avec ces recherches, une théorie précise et complète. Tantôt la réaction étudiée, telle que l'oxydation, était trop destructive et susceptible d'interprétations variées et multiples ; tantôt comme dans les dédoublements par hydratation effectués par Staedeler et Cramer au moyen des acides, on n'obtenait qu'une fraction assez faible de termes définis (15 à 20 pour 100) accompagnée d'un abondant résidu sirupeux ou incristallisable, dont la nature restait aussi mal connue que la substance initiale.

M. Schutzenberger a choisi une méthode expérimentale connue, ayant déjà fait ses preuves. C'est celle qui a permis à Chevreul de fixer la constitution des corps gras. C'est la méthode par saponification ou par dédoublement accompagnée d'une hydratation.

Les matières étudiées ont été soumises à l'action de l'eau et de l'hydrate de baryte avec le concours de la chaleur. L'hydrate de baryte offre l'avantage de pouvoir être éliminé facilement à l'état insoluble, sous forme de carbonate et de sulfate de baryum, lorsque la réaction est terminée.

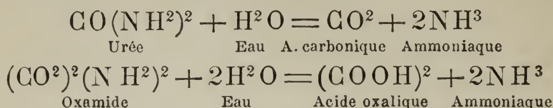
Les termes de la réaction ont été poursuivis dans leurs moindres détails par l'analyse qualitative et quantitative. M. Schutzenberger a pu ainsi construire au moyen des seules données expérimentales et sans le secours d'aucune hypothèse, une équation dans laquelle figurent, en premier membre, la matière albuminoïde, plus de l'eau, et en second membre *tous* les produits de la décomposition.

Nous ne pouvons entrer ici dans les détails de la méthode employée par M. Schutzenberger ; bornons nous à en faire connaître les résultats. Sous l'action de la baryte toutes les matières protéiques fournissent de l'ammoniaque libre, de l'acide carbonique et de l'acide oxalique, de l'acide acétique, et enfin un mélange de divers acides amidés.

La quantité d'ammoniaque et celle des acides carbonique et oxalique sont toujours dans un rapport constant ; c'est ainsi que pour toutes les matières protéiques, on obtient, pour

chaque molécule d'acide carbonique ou oxalique, deux molécules d'ammoniaque.

Cette observation est importante, car ce sont précisément les proportions de dédoublement de l'urée ou de l'oxamide.



$$\underset{\text{Urée}}{CO(NH^2)^2} + \underset{\text{Eau}}{H^2O} = \underset{\text{A. carbonique}}{CO^2} + \underset{\text{Ammoniaque}}{2NH^3}$$

$$\underset{\text{Oxamide}}{(CO^2)^2(NH^2)^2} + \underset{\text{Eau}}{2H^2O} = \underset{\text{Acide oxalique}}{(COOH)^2} + \underset{\text{Ammoniaque}}{2NH^3}$$

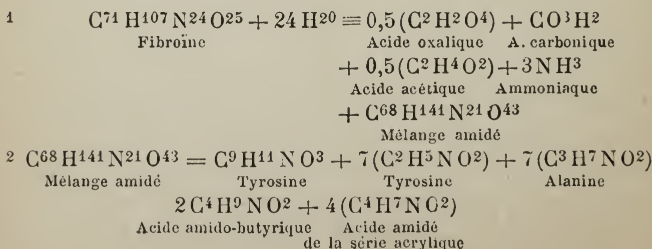
De ces faits, M. Schutzenberger conclut que les différences des matières protéiques sont de second ordre, et qu'elles renferment toutes un noyau commun autour duquel viennent se grouper des termes moins importants tels que l'urée, l'oxamide, la tyrosine.

MM. Schutzenberger et Bourgeois ont appliqué à l'étude de la constitution de la fibroïne et de la soie, la méthode de saponification par la baryte instituée par l'un d'eux.

Leurs recherches ont porté sur de la fibroïne préparée par M. Francezon, et sur des coques de cocons. Les résultats obtenus font dire à MM. Schutzenberger et Bourgeois, que la constitution du grès de soie n'est probablement pas très éloignée de la fibroïne elle-même. Quant à la fibroïne, elle appartient au même type que l'albumine, et ne se distingue de cette substance que par des différences d'ordre secondaire qui ont été nettement spécifiées.

La fibroïne répondrait à la formule : $C^{71}H^{107}N^{24}O^{25}$

Les décompositions subies sous l'influence de la baryte s'expriment par les équations suivantes :



1 $$\underset{\text{Fibroïne}}{C^{71}H^{107}N^{24}O^{25}} + 24\,H^2O = \underset{\text{Acide oxalique}}{0,5(C^2H^2O^4)} + \underset{\text{A. carbonique}}{CO^3H^2} + \underset{\text{Acide acétique}}{0,5(C^2H^4O^2)} + \underset{\text{Ammoniaque}}{3NH^3} + \underset{\text{Mélange amidé}}{C^{68}H^{141}N^{21}O^{43}}$$

2 $$\underset{\text{Mélange amidé}}{C^{68}H^{141}N^{21}O^{43}} = \underset{\text{Tyrosine}}{C^9H^{11}NO^3} + \underset{\text{Tyrosine}}{7(C^2H^5NO^2)} + \underset{\text{Alanine}}{7(C^3H^7NO^2)}$$
$$\underset{\text{Acide amido-butyrique}}{2C^4H^9NO^2} + \underset{\text{Acide amidé de la série acrylique}}{4(C^4H^7NO^2)}$$

Les recherches de M. Schutzenberger appliquées à l'étude spéciale de la soie n'ont pas été reprises après l'année 1875, mais ce savant a publié depuis, sur les matières protéiques d'intéressants résultats que nous croyons utile de résumer ici. On a vu en effet qu'il existait entre l'albumine et la fibroïne de la soie des rapports évidents, que ces deux substances appartenaient au même type chimique, qu'elles étaient formées de groupements moléculaires analogues ou très voisins, assemblés entre eux dans le même ordre et suivant des lois identiques. Tout progrès fait dans l'étude des matières albuminoïdes avance donc, du même coup, la connaissance de la constitution chimique de la soie.

En faisant varier la durée et la température de l'action de a baryte aqueuse de l'albumine, M. Schutzenberger est arrivé à graduer pour ainsi dire la rupture de la molécule de cette substance. Il a pu réduire à son minimum, l'action saponifiante de la baryte, et isoler les éléments les plus simples de la décomposition.

Nous ne pouvons décrire ici les expériences de M. Schutzenberger : nous avons trop peu de place à consacrer à l'étude chimique de la soie. Bornons-nous seulement à reproduire les conclusions.

Toute matière protéique traitée à chaud par la baryte fixe les éléments de l'eau et se dédouble en diverses substances :

1° Produits de dédoublement par hydratation de l'urée et de l'oxamide : ammoniaque, acide carbonique, acide oxalique ; à chaque molécule de l'un de ces deux acides correspondent généralement deux molécules d'ammoniaque.

2° Leucines, ou acides amidés du type $C^n H^{2n+1} NO^2$; $n = 2$ à 6.

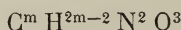
3° Leucéines, ou acides amidés $C^n H^{2n-1} NO^2$; $n = 4$ à 6.

Le mélange des leucines et des leucéines homologues, tel qu'on l'obtient par le dédoublement d'une matière protéique, donne à l'analyse élémentaire des nombres qui conduisent à une expression de la forme $C^m H^{2m} N^2 O^4$: on trouve, de

plus, que dans l'hydratation complète d'une matière albuminoïde le nombre des molécules d'eau fixées est à très peu de chose près égal ou nombre des atomes d'azote du corps initial.

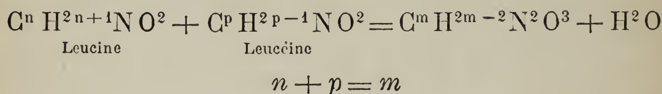
Ces considérations permettent, dit M. Schutzenberger, de mesurer la distance qui nous sépare de la synthèse des matières protéiques. On sait préparer dans les laboratoires, l'urée, l'oxamide, les leucines, et les leucéines, ces éléments constitutifs de toute matière protéique. Il faut maintenant les unir entre elles pour en reproduire le groupement protéique.

Il faudrait combiner d'abord une molécule de leucine avec une molécule de leucéine de manière à former un composé du type :



$$C^m H^{2m-2} N^2 O^3$$

d'après l'équation :



$$\underset{\text{Leucine}}{C^n H^{2n+1} N O^2} + \underset{\text{Leucéine}}{C^p H^{2p-1} N O^2} = C^m H^{2m-2} N^2 O^3 + H^2 O$$

$$n + p = m$$

Le groupement $C^m H^{2m-2} N^2 O^3$ serait ensuite uni, avec élimination d'eau, à une quantité convenable d'urée ou d'oxamide.

Les méthodes que l'on peut chercher à utiliser pour atteindre ce but sont connues. Ce sont celles qui ont servi à effectuer la synthèse des éthers composés, des amides, des uréides, et en général, de tous les composés résultant de l'union avec élimination d'eau, de deux groupes plus simples.

Elles reviennent à chauffer le mélange des deux corps qu'on veut combiner, en faisant intervenir un agent qui favorise l'élimination de l'eau.

La relation des belles et patientes recherches de M. Schutzenberger sur les matières protéiques semble nous avoir détourné beaucoup de notre sujet. Ceux de nos lecteurs qui ont eu la patience de nous suivre acquerront pourtant cette

conviction que l'albumine d'œuf et la soie ont entre elles d'étroites analogies.

Leur étude constitue le problème le plus ardu de la chimie moderne. Malgré ses difficultés, la synthèse de l'albumine sera faite un jour, et celle de la fibroïne la suivra sans doute de près.

L'opinion que les matières engendrées par les êtres vivants ne peuvent êtres reproduites dans les laboratoires est en effet abandonnée aujourd'hui. Les barrières, opposées aux efforts des chimistes par une théorie imparfaite, tombent de jour en jour. Toutes les substances, sont susceptibles d'être obtenues artificiellement, qu'elles proviennent du règne minéral, ou qu'elles soient produites par les animaux.

Il existe partout une limite, au delà de laquelle les efforts des chimistes resteront sans effets. C'est celle qui sépare les substances mortes des corps organisés. Là où commence la vie la plus rudimentaire, doivent échouer les efforts de la synthèse.

N'est-il pas remarquable que la science moderne soit arririvée à marquer le terme de ses entreprises, et qu'elle puisse, malgré les prodiges qu'elle a réalisés, déclarer insolubles les problèmes qui usaient les efforts des alchimistes ! La transmutation des métaux, la génération spontanée n'ont plus d'adeptes. Le culte de ces chimères a vu s'évanouir tous ses fidèles.

Les conclusions de M. Schutzenberger sur la constitution de la soie viennent d'être confirmées par des recherches récentes, entreprises suivant une méthode nouvelle, absolument différente de celles qui avaient été suivies jusqu'à ce jour.

M. P. Richard a pu démontrer, à la fin de 1888, la présence du groupe amidogène dans la soie, par des expériences directes.

Ayant plongé de la soie dans une dissolution de nitrite de sodium à 15 grammes par litre, additionnée de la quantité

d'acide chlorhydrique nécessaire pour mettre l'acide nitreux en liberté, l'auteur a constaté qu'au bout de vingt-quatre heures la soie avait pris une teinte jaune paille très caractérisée. En prélevant des échantillons de cette soie, et en les plongeant, après les avoir lavés, dans des solutions alcalines de divers phénols tels que le phénol ordinaire, la résorcine, le pyrogallol, l'α- et le β-naphtol, on constate que tous ces échantillons se revêtent de teintes foncées variables avec chaque phénol.

Sous l'influence de l'acide nitreux, la fibre a subi une modification qui la rend apte à se combiner avec les phénols pour donner des matières colorantes. Ces réactions sont tout à fait semblables à celles qui permettent d'obtenir des matières colorantes azoïques en mettant en présence les amines diazotées et les phénols.

Il semble donc que l'acide nitreux, en réagissant sur la soie, ait formé une combinaison diazoïque, et il résulte de ce fait que la soie renferme un ou plusieurs groupes amidogènes.

Les expériences de M. Richard ont été appliquées à la laine et à la soie ; pour ces deux textiles, elles ont fourni des résultats identiques. La démonstration directe de la présence du groupe amidogène dans leur molécule concorde pleinement avec la fonction chimique d'acides amidés qui a été attribuée à la laine et à la soie.

Pour terminer l'histoire chimique de la soie, nous devons mentionner brièvement comment se comporte cette matière vis-à-vis des réactifs, des dissolvants et des différents agents physiques.

Quand on chauffe fortement la soie, elle se boursoufle en des vapeurs combustibles, en répandant l'odeur de corne brûlée, caractérisant la combustion des substances renfermant de l'azote. Elle fournit un charbon très volumineux, friable, cassant, qui finit par disparaître lui-même, lentement, sous l'influence de la chaleur rouge longtemps pro-

longée ; on obtient comme résidu des cendres dont nous avons étudié plus haut la composition.

En présence d'une solution ammoniacale d'oxyde de cuivre (réactif de Schweitzer), la fibroïne et la soie se dissolvent comme le coton.

L'oxyde de nickel ammoniacal dissout la soie sans agir sur le coton.

Le chlorure de zinc basique à 60° Baumé peut dissoudre à froid ou plus rapidement à chaud, des quantités considérables de soie. La liqueur devient visqueuse et peut filer comme un sirop épais ; soumise à la dialyse après avoir été étendue d'eau acidulée à l'acide chlorhydrique, elle se prend en une gelée opaline semblable à l'empois d'amidon, lorsque la plus grande partie du sel a passé à travers le papier. Une solution plus étendue donne à la dialyse un liquide limpide qui, par l'évaporation, fournit un vernis couleur d'or et cassant. Ce produit desséché supporte une température voisine du rouge sombre avant de se décomposer entièrement, et auparavant, il prend une belle teinte rouge groseille fugace.

La solution alcaline froide d'oxyde de cuivre dans la glycérine dissout également la soie. Pour obtenir cette solution, M. Lœwe dissout 26^{gr},72 de sulfate de cuivre pur dans 140 à 160 litres d'eau distillée ; après avoir ajouté 8 à 10 grammes de glycérine de densité 1,24, il verse goutte à goutte de la soude caustique jusqu'à ce que le précipité d'hydrate de cuivre soit redissout. La solution filtrée se conserve sans altération. Plongée dans cette solution, la soie se gonfle presque immédiatement et se dissout bientôt en donnant un liquide épais. Par addition d'acide chlorhydrique, la soie se précipite sous la forme d'une gelée blanchâtre. Le pouvoir dissolvant de la solution alcalino-glycérique de cuivre ne s'étend pas au coton, au lin et à la laine, ce qui permet, d'après M. J. Lœwe [1], de séparer ces fibres de la soie.

[1] *Dingler's polytechnisches Journal*, t. CCXXII, p. 274.

Avec l'acide sulfurique concentré et froid, la soie donne un liquide visqueux, brun clair, devenant rouge, puis brun à chaud. Une addition d'eau ne la précipite pas de la solution sulfurique, mais la liqueur ainsi étendue précipite par une solution de tannin. Les acides chlorhydrique et azotique dissolvent également la soie, les alcalis la reprécipitent de ces solutions, l'acide azotique chaud la convertit en acide oxalique et en acide picrique.

Les dissolutions étendues de potasse ou de soude caustique agissant sur la soie grège dissolvent très facilement le grès ; si on prolonge leur action, la fibroïne elle-même peut être attaquée, perdre son brillant et sa souplesse.

Les alcalis caustiques concentrés dissolvent la fibroïne; l'eau ou l'acide sulfurique étendu la précipitent, mais altérée. Chauffée avec l'hydrate de potasse, la fibroïne se change en acide oxalique.

Toute cette partie de l'histoire chimique de la soie est très incomplète; il est à souhaiter que l'étude de la soie tente les expérimentateurs et qu'il soit possible de connaître l'action, scientifiquement étudiée, des principaux réactifs sur la soie grège et la fibroïne.

Ces lacunes mettent un terme à l'histoire des propriétés physiques et chimiques de la soie. Reprenant le cours de notre exposé, nous sommes amené à décrire les opérations qui ont pour but de former, avec la soie grège, les différentes qualités propres à être tissées. L'ensemble de ces opérations constitue le moulinage.

Mais avant d'aborder l'étude du moulinage, il convient d'énumérer les différentes sortes de soies grèges qui constituent les matières premières de cette industrie.

La soie du *Bombyx mori*, de beaucoup la plus belle et la plus abondante, n'est pourtant pas la seule qui soit soumise à l'opération du moulinage, dans les usines européennes. Depuis quelque temps, ces établissements commencent à utiliser les soies sauvages de provenance exotique ; comme la

consommation des fils provenant de ces matières paraît aller en grandissant, nous consacrerons à leur description sommaire un chapitre spécial.

CHAPITRE IV

LES SOIES SAUVAGES

Elles sont produites par des chenilles rebelles à la domesticité qui vivent en plein air. L'emploi de ces soies remonte à la plus haute antiquité. Certains auteurs prétendent que presque tous les peuples ont, de tout temps, filé la soie des divers saturnides fixés sur leur territoire et ont produit ainsi de la soie sauvage. L'importation de la soie et des méthodes d'élevage du *Bombyx mori* eurent pour résultat d'anéantir ces industries rudimentaires en Europe ; mais l'élevage des vers à soie sauvages s'est continué en Asie, et lorsque les maladies qui décimaient les vers du mûrier en France eurent entraîné la disparition d'un grand nombre de magnaneries, l'industrie se mit à utiliser les soies sauvages. Ces premiers essais, réalisés à Lyon vers 1847, ne donnèrent d'abord que de médiocres résultats. On ne savait encore ni décreuser, ni blanchir, ni teindre ces soies fort différentes de celles du *Bombyx mori*. Depuis, ces difficultés ont été vaincues, l'emploi des soies sauvages s'est étendu, il s'est classé définitivement en apportant de nouvelles ressources à la confection des tissus soyeux.

Quelques tentatives ont été faites pour introduire en France l'élevage même des vers sauvages, mais nous ne savons pas que le succès soit venu les sanctionner, pour la production de quantités importantes de matières.

Actuellement, les soies sauvages sont importées surtout de l'Inde ; elles sont produites par plusieurs espèces de chenilles vivant en plein air, se nourrissant des feuilles de chêne, de ricin, d'ailante, etc. Les unes font des cocons ouverts, d'autres des cocons fermés ; ceux-ci seuls sont bons à être dévidés ; les premiers ne peuvent être employés que comme déchets.

La récolte des cocons fermés demande une attention spéciale : il faut surveiller les arbres sur lesquels les chenilles ont élu domicile et les cueillir avant que les papillons ne se soient développés.

En Asie, les seuls cocons aptes au dévidage sont produits par des chenilles appartenant au genre *Antheræa*. Parmi celles-là, un certain nombre d'espèces donnent les soies les plus estimées.

L'*Antheræa yama maï* du Japon se nourrit de feuilles de chêne. La chenille est de couleur verte ; elle produit un gros cocon de forme oblongue et de nuance vert clair dont la soie se rapproche notablement de celle du *Bombyx mori*, sans se prêter aussi bien aux opérations de la teinture. La récolte annuelle de cette soie est évaluée à 12.000 kilogrammes.

L'*Antheræa Pernyi* (fig. 43) se trouve tantôt à l'état sauvage, tantôt à l'état domestique, dans plusieurs provinces de la Chine. La chenille, de couleur jaune, se nourrit de feuilles de chêne ; elle produit un cocon ovoïde long de 43 millimètres environ, dont la couleur varie du blond au brun. Ces cocons sont fixés aux branches, du côté où sera la tête de la chrysalide par une sorte de cordelette, et recouverts de feuilles.

La récolte totale provenant de l'*Antheræa Pernyi* est évaluée a 1.280.000 kilogrammes. Elle est importée en Europe sous forme de grège tirée et de soie filée au fuseau et au rouet. D'après M. Pariset, quatre cent cinquante cocons secs pèsent 1 kilogramme, et donnent 200 grammes de soie grège.

L'*Antheræa assama* abonde dans l'Inde et surtout dans

l'Assam. Le cocon a 45 millimètres de longueur environ, et donne à peu près 600 mètres de bave dévidable, de couleur grise ou brune.

Fig. 43. — Cocon d'*Antheræa Pernyi*.



Fig. 44. — Cocon d'*Antheræa mylitta*.

On rencontre dans l'Inde différentes espèces appartenant à

l'*Antheræa mylitta*, appelé aussi *tussah*. Par extension ce nom de tussah a été donné à toutes les soies sauvages : les vers d'*Antheræa mylitta* vivent sur le ricin, et produisent de très gros cocons atteignant jusqu'à 50 millimètres de longueur sur 30 millimètres de largeur. Leur couleur varie du gris au brun foncé : ils sont fixés par un pédoncule noir, très dur, adhérent à la première veste, et se terminant par une sorte de boucle (fig. 44).

Les soies grèges retirées des cocons tussah atteignent annuellement 800.000 kilogrammes.

Le tirage des cocons d'*Antheræa* ne peut pas s'exécuter comme celui des cocons du *Bombyx mori*. Le grès n'atteint que 6 à 7 pour 100 du poids de la bave; de plus elle est peu soluble, et on est forcé d'employer des lessives alcalines bouillantes pour dévider les cocons : aussi la grège qu'on obtient ne renferme-t-elle plus qu'une petite quantité de grès. Sa couleur varie du gris au brun. Des essais ont été faits pour comparer les propriétés physiques des soies sauvages à celles du *Bombyx mori*.

Les baves sont d'un diamètre relativement élevé, qui peut être trois fois supérieur au diamètre des baves des Cévennes. L'élasticité et la ténacité sont moins grandes dans les soies sauvages, toutes conditions égales, que dans les produits du ver du mûrier.

Malgré ces différences, les progrès qui ont été réalisés récemment dans le blanchiment des soies tussah, les perfectionnements que certaines filatures de l'Inde s'efforcent d'apporter au tirage de ces cocons, n'ont pas tardé a étendre la consommation des soies sauvages.

M. Rondot fixe à 2.100.000 kilogrammes la production de ces soies; sur cette quantité l'Europe recevrait 600.000 kilogrammes. La plus grande partie de ces soies, serait employée pour les étoffes d'ameublements, les tissus tricotés, les étoffes mélangées, la fabrication des peluches, et des imitations de fourrures.

En réalité les soies sauvages, constituent des fibres spéciales, permettant d'obtenir des effets et des tissus nouveaux; à ce titre leur consommation doit s'étendre encore. Au taux actuel elle est assez importante pour occuper une place à part, dans les matières grèges, destinées à être mises en fil et à subir les opérations du moulinage.

CHAPITRE V

LE MOULINAGE

La soie grège est formée d'un certain nombre de fils élémentaires soudés entre eux par le grès coagulé, suivant des directions à peu près parallèles. En cet état, elle pourrait être soumise au tissage, mais elle est incapable de supporter les opérations de la teinture en flottes. Ces manipulations, en effet, nécessitent l'immersion de la soie dans des bains dont la température atteint 100°. Sous l'influence d'un pareil traitement, le grès perdant sa consistance, pouvant même entrer en dissolution, les fils élémentaires auraient une tendance à se séparer les uns des autres, à former des boucles et des nœuds ; il serait impossible ensuite de les soumettre au tissage.

Pour donner à la soie grège plus de résistance, pour la transformer en un fil capable de subir le mieux possible les diverses manipulations qui lui sont imposées d'ordinaire avant d'être transformée en tissus, on la soumet au *moulinage* appelé aussi *ouvraison;* c'est-à-dire que dans certaines manufactures appelées *moulins*, on lui donne une série d'apprêts mécaniques consistant en *torsions* et en *doublages*.

Le moulinage, qui constitue une des préparations fondamentales de la soie, comprend quatre opérations ;

1° Dévidage des écheveaux de la soie grège, pour la transporter sur des bobines.

2° Torsion donnée séparément à chaque fil de grège provenant des bobines.

3° Doublage de deux fils de grège préalablement tordus, isolément ou non, torsion imprimée au double fil obtenu, et nouveau dévidage sur les bobines.

4° Formation, par torsion nouvelle, des fils provenant de l'assemblage de deux ou d'un plus grand nombre de fils de grège préalablement tordus ou non; dévidage sur des guindres et mises en écheveaux.

La torsion d'un seul fil de grège porte le nom de premier tors ou premier apprêt et donne un fil qui est désigné sous le nom de *poil*.

Deux ou plusieurs fils de soie grège tordus ensemble sans être tordus au préalable individuellement, fournissent un fil appelé *trame*.

Certains auteurs donnent aussi le nom de trame au fil provenant de la torsion de deux poils.

Enfin si l'on donne à deux ou plusieurs fils de grège tordus préalablement et individuellement de droite à gauche une torsion de gauche à droite après les avoir assemblés, on obtient des fils employés pour la chaîne des tissus et connus sous le nom d'*organsins;* mais ces genres de torsion ne sont pas les seuls qui soient réalisés par les mouliniers, ils constituent seulement les genres les plus répandus. En réalité toutes ces opérations se réduisent à des torsions imprimées à des fils de grège isolés, ou assemblés entre eux.

Chaque torsion est définie par le nombre de *tors*, par mètre, c'est-à-dire par le nombre de tours complets autour de lui-même, que le moulinier a fait subir au fil simple ou composé.

Il est aisé de concevoir qu'en variant ces torsions, leur sens, leur intensité, l'ordre dans lequel elles se succèdent, il soit possible d'obtenir des fils de propriétés fort diverses.

Avant de décrire les principales combinaisons qui peuvent être ainsi réalisées, examinons les modifications générales que la torsion fait subir aux propriétés physiques de la soie.

Plus une soie est tordue, plus son diamètre diminue ; en même temps sa longueur décroît, et son brillant subit une atténuation croissante. D'autre part la force de résistance ugmente.

En vue de la fabrication des différents tissus, les torsions doivent être combinées de façon à donner des fils aussi aptes que possible à subir les opérations du tissage.

Le mode et le degré de torsion produisent en effet sur l'étoffe des effets différents, qui lui donnent des apparences spéciales. Aussi ces apprêts sont-ils mis à profit pour varier à l'infini l'aspect et les qualités essentielles du tissu. L'art du fabricant de soieries consiste, en bonne partie, à déterminer le meilleur mode de torsion et d'assemblage des fils de grège, à fixer le mieux possible le moulinage des fils, qu'il devra utiliser ensuite dans la préparation de ses tissus.

L'opération du tordage de la soie grège est fort ancienne, et de tout temps on a dû reconnaître la nécessité de tordre la grège pour en faire un fil qui soit apte à être tissé.

Si l'on se réfère aux documents, on trouve dans des règlements anciens des données précises. M. Pariset rapporte que les *filleresses* de soie dont parle Étienne Boileau au treizième siècle, à Paris, étaient des ouvrières donnant à la soie grège, à l'aide de fuseaux, des torsions convenables.

La torsion de la soie grège a été obtenue primitivement à la main : de nos jours encore la grège simple et la grège doublée, sont tordues au Tonkin, et dans plusieurs contrées de l'Asie, par des procédés analogues à ceux qu'emploient les cordiers.

Depuis le XIVe siècle on emploie en Italie un moulin, appelé *moulin rond* à cause de sa forme ; cet appareil est encore usité de nos jours en Piémont. En France, on utilise le *moulin ovale* d'invention française.

Mais avant de décrire ces deux appareils, examinons la série des opérations subies par la grège dans les usines qui pratiquent le moulinage.

Dévidage. — Le dévidage a pour but de nettoyer la soie, de rattacher les fils rompus, d'enlever les bouts et les inégalités pour obtenir un fil aussi régulier que possible. Cette opération occasionne nécessairement un déchet variable avec l'état de pureté et la qualité de la soie. Rarement inférieur à 2 pour 100, le déchet produit par ce premier dévidage atteint 8 pour 100, pour les soies inférieures; il peut exceptionnellement s'élever jusqu'à 30 et même 50 pour 100 lorsqu'on traite des soies exotiques très impures, et tirées très grossièrement.

Pour être dévidées, les soies grèges sont placées sur des *tavelles*, sortes de cadres très légers en bois de pin, dont les bras sont réunis par des fils de fer : les tavelles placées verticalement tournent sur un axe horizontal passant en leur centre; des *roquets* ou bobines, tournant par friction, attirent et enroulent la soie, et font tourner les tavelles. Entre les tavelles et les roquets, est interposé un *va-et-vient* dont le mouvement alternatif règle l'égale répartition de la soie grège sur les roquets : les boucles du va-et-vient sont d'ordinaire garnies de drap, dont la friction fait subir à la grège un premier nettoyage.

Quand la soie est de bonne qualité, elle casse rarement, fournit peu de *bourres*, donne peu de *volle*, et produit par suite peu de déchet. On évalue la qualité d'une grège au point de vue du dévidage par le nombre de tavelles qui peuvent être surveillées par une seule ouvrière. On dit qu'une grège est d'un dévidage de quarante tavelles lorsqu'une ouvrière peut suffire à la marche de quarante tavelles.

L'usage s'est établi, pour les ventes de grèges, de faire indiquer par le vendeur le dévidage, le nombre de tavelles : cette assertion est contrôlée expérimentalement dans les bureaux d'essais publics ; on y admet comme règle qu'une ou-

vrière peut trouver et nouer quatre-vingts bouts en une heure avec une soie bien croisée.

Les meilleures soies grèges, la plupart des soies de Cévennes dévident à cent tavelles, et quelques-unes d'entre elles font un déchet inférieur à 1/4 pour 100. Les soies de Chine *(tsat-lee)* produisent de trois à cinq de déchet et dévident de quatre à dix tavelles.

Cette opération du dévidage, si simple qu'elle paraisse, n'en présente pas moins de réelles difficultés. Il faut d'abord trier avec soin les grèges, puis traiter chacune d'elles de manière à obtenir la moindre proportion de déchets. Dans ce but il faut tenir compte de l'état d'humidité des grèges, les mouiller au besoin, les lubrifier si c'est nécessaire avec une solution de savon, et régler le mieux possible la vitesse du dévidage.

Le nettoyage sommaire produit par le dévidage est complété par le passage des fils dans les *purgeoirs*.

La banque des purgeoirs reçoit le roquet chargé de grège provenant du premier dévidage ; le fil de soie est dévidé, guidé par son passage sur une roulette de verre ou de porcelaine, il traverse ensuite trois purgeoirs, et se distribue ensuite au moyen d'un *va-et-vient* sur un nouveau roquet.

Les purgeoirs sont ordinairement formés par des pinces garnies de drap, sur lequel frotte le fil, en abandonnant le duvet qu'il peut contenir. Lorsqu'une coste ou un bouchon se présente, les purgeoirs l'arrêtent au passage, l'ouvrière enlève le défaut et dégage le brin qui continue à se dévider.

Les purgeoirs de drap ne sont pas les seuls qui soient employés en filature. Ils ont l'inconvénient de perdre assez vite de leur efficacité à mesure que la bourre les garnit. Aussi a-t-on proposé pour les remplacer plusieurs modèles de purgeoirs en acier, se réglant avec beaucoup d'exactitude et fonctionnant avec une efficacité satisfaisante.

Après la purge les fils de grège, complètement nettoyés, peuvent recevoir différentes destinations. Quand ils doivent

former de la trame, on les double avant de les conduire au moulin. S'ils sont destinés à la production de l'organsin, ils sont d'abord tordus au moulin, puis redoublés et tordus en sens inverse. Pour le poil, enfin, ils subissent seulement une torsion.

Les torsions sont données, nous l'avons vu, par le moulin rond ou par le moulin ovale.

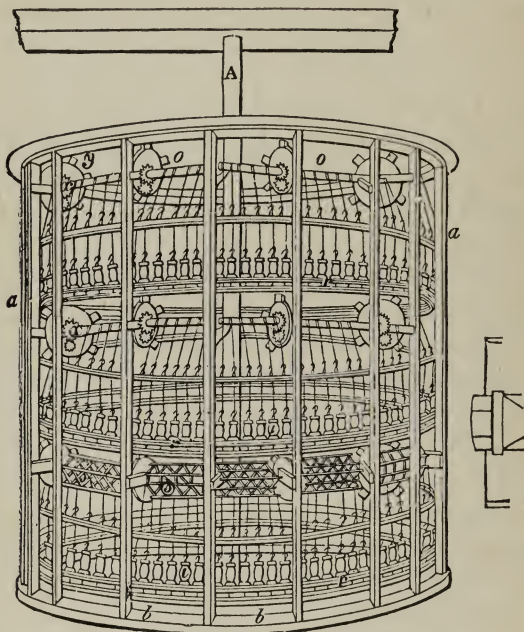


Fig. 45. — Moulin rond, d'après Laboulaye, *Dictionnaire des arts et manufactures.*

A, arbre moteur vertical; *ab*, charpente; *oy*, arbres moteurs secondaires; *t*, bobines.

Le moulin rond affecte la forme extérieure d'une grande cage cylindrique (fig. 45). Les fuseaux sont disposés circulairement sur plusieurs rangs ou étagés en hauteur. A l'étage le plus élevé, au-dessus de la première rangée des fuseaux, de petites bobines en bois, disposées sur des

baguettes, sont destinées à recevoir le fil des fuseaux. Sur ces bobines s'enroulent des fils recevant le premier tors au premier apprêt.

Les fuseaux inférieurs se dévident sur des asples servant au second apprêt et, par conséquent, à l'organsin.

Un arbre vertical, se mouvant au centre du moulin, communique son mouvement :

1° Aux fuseaux placés verticalement, par l'intermédiaire d'une courroie qui enveloppe les renflements de tous les fuseaux ;

2° Aux bobines et aux asples tournant sur des axes horizontaux, par des commandes directes.

On conçoit aisément qu'en combinant convenablement la vitesse des fuseaux et celle des bobines et des asples, on puisse obtenir une torsion déterminée.

Néanmoins ces tours ronds, volumineux et encombrants, ne constituent qu'un outil médiocre qu'on a comparé, à cause de la complexité inutile et de la grossièreté de leurs organes, à l'antique machine de Marly.

Le moulin ovale est moins encombrant que le moulin rond. L'inspection de la figure 46 permettra de comprendre son mode de fonctionnement. A la partie inférieure se trouvent une ou plusieurs rangées de fuseaux, placées verticalement, et tournant avec rapidité. La soie qu'ils débitent se déroule, se tord en même temps en proportion de leur vitesse, et s'enroule ensuite sur des guindres ou des cylindres placés horizontalement à la partie supérieure.

Pour le premier apprêt ou *filage* on emploie, ordinairement, le moulin à cylindre, appelé aussi moulin à *roquette*.

Dans les moulins modernes les faisceaux tournent à très grande vitesse (cinq à six mille tours par minute) et cette vitesse est maintenue constante. Le tors ou la quantité de tours d'apprêt donné à chaque mètre de fil est réglé par la rapidité de l'enroulage sur la roquette ou le cylindre.

Nous avons vu que les mouliniers produisaient, avec les

grèges, trois sortes principales de fils : le poil, la trame et l'organsin.

Chacune de ces espèces de fils comprend un grand nombre de variétés, suivant la matière employée et la torsion qu'elle subit.

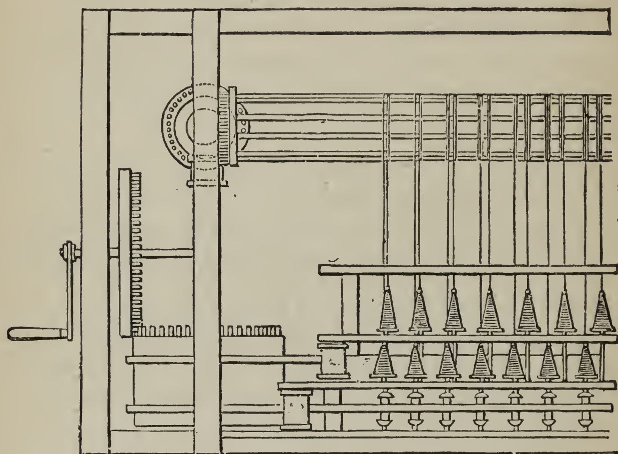


Fig. 46. — Moulin ovale, d'après Laboulaye, *Dictionnaire des arts et manufactures.*

Le poil provient ordinairement de la torsion d'un seul fil de grège; la torsion imprimée est faible, elle fournit des fils qui servent de chaîne pour les étoffes légères, la rubanerie, la passementerie, la broderie.

La trame est obtenue par la juxtaposition et la torsion simultanées de deux ou plusieurs fils de soie grège n'ayant reçu aucun apprêt préalable; on donne ordinairement à la trame une torsion de quatre-vingts à cent cinquante tours par mètre.

L'organsin destiné à servir de chaîne dans le tissage des étoffes nécessite des manipulations plus compliquées. La grège, après avoir été dévidée, purgée, subit une première

torsion, d'intensité variable, appelée *filage*. Elle est ensuite doublée ; cette opération s'effectue sur les *banques de doublage*. Un certain nombre de fils provenant de roquets distincts sont assemblés entre eux et reçus sur une bobine unique.

L'opération du doublage comporte d'assez grandes difficultés : les fils doivent être également tendus, se trouver au même état d'humidité ; on doit veiller avec soin à la rupture d'un des fils. Cet accident produit, en effet, un *défilé*, défaut grave, compromettant la qualité du fil doublé. Un certain nombre d'appareils automatiques ont été imaginés pour empêcher les défilés de se produire. Ces instruments, appelés casse-fil, sont constitués par un barbin en verre muni d'un levier, dans lequel passe chaque fil avant d'être doublé. Si le fil casse, le levier s'abaisse et arrête automatiquement le roquet envideur.

L'opération du doublage n'est pas limitée à l'obtention des organsins ; parfois aussi elle s'effectue sur des fils de grège, non filagés préalablement et provenant directement des purgeoirs.

Après le doublage, les fils destinés à produire de l'organsin sont soumis à une nouvelle torsion, en sens inverse de celle du filage, à laquelle on réserve plus spécialement le nom de tors.

Les deux apprêts que subit l'organsin, le filage et le tors n'ont pas toujours le même rapport entre eux. Le filage et le retordage peuvent être égaux ou différents. Aussi connaît-on différentes ouvraisons d'organsins.

On distingue, entre un grand nombre, les apprêts suivants :

	TOURS DE 1er APPRÊT OU FILAGE	TOURS DE 2e APPRÊT OU TORS
Apprêt satin.	600	400-450
— velours.	400	650-750
— grenadine.	1000-2500	1000-1500
— moyen.	400-450	300-350

Les apprêts, de quelque nature qu'ils soient, doivent tous posséder la même qualité : la régularité, c'est-à-dire que les soies doivent être également tordues sur toute leur longueur. Cette condition demande une attention soutenue de la part de l'ouvrier conduisant les tours. Dans un moulin, la vitesse des fuseaux, comme la rapidité d'envidage sur les guindres ou les bobines, doivent être constantes. Lorsque des fils cassent, on réunit les bouts séparés par un nœud et il faut éviter que, pendant cette opération, le fuseau ne tourne trop vite et ne fassse subir au fil, dont l'envidage est suspendu pendant quelques instants, une torsion exagérée.

Les longueurs de fils à enrouler sur les guindres ou les cylindres sont fixées à un nombre déterminé de mètres et un compteur de tours permet de connaître à chaque instant la longueur envidée.

Pendant très longtemps la longueur des fils ouvrés a été fixée à quinze cents mètres. A ce point on arrêtait les guindres et l'on procédait au *décavage*. Les flottes de soie dégagées du guindre étaient *capiées*, c'est-à-dire que les deux extrémités libres du fil enroulé étaient réunies par un nœud à un lien annulaire, en schappe ou en coton, appelé *capiure*. De la sorte, la flotte conservait sa forme et se trouvait prête pour les opérations du dévidage sans risquer de s'embrouiller. Les flottes, appelées aussi *écheveaux* ou *centaines*, étaient ensuite réunies pour former une *masse* ou un *matteau*.

Depuis quelques années ces pratiques ont été modifiées suivant le système d'un Américain, M. J. Grant. On prépare actuellement les soies ouvrées en grosses flottes, formées de fils, dont a longueur atteint de quinze à vingt mille mètres. Deux ou trois liens traversent les fils de distance en se croisant, les empêchent de se mêler, et conservent la forme de la flotte. Ce système rend la teinture plus difficile : les fils de soie plus serrés les uns contre les autres, moins divisés que dans les petites flottes, sont moins bien disposés pour l'ab-

sorption des matières colorantes. Néanmoins, le dévidage des grosses flottes après teinture réalise de telles économies, au point de vue de la main-d'œuvre et du déchet sur celui des flottes de quinze cents mètres, que le système Grant tend de plus en plus à se généraliser.

En décrivant les différentes opérations de moulinage nous avons indiqué très sommairement les défauts à éviter. Chacun d'eux, en effet, se retrouve sur la soie ouvrée et donne des défauts dans les étoffes tissées avec ces fils défectueux.

En résumé, une soie bien moulinée doit être nette, exempte de boucles et de défauts; sa torsion doit être uniforme dans toutes ses parties.

Au point de vue de l'organisation du travail, le moulinage des soies grèges s'effectue dans des établissements spéciaux. Les tentatives qui ont été faites pour réunir dans les mêmes usines le dévidage des cocons et le moulinage de la grège ne semblent pas avoir donné encore des résultats définitifs. Dans la grande majorité des cas, la filature et le moulinage occupent des usines distinctes.

C'est, du reste, un point remarquable dans l'organisation du travail de la soie. Les différentes manipulations s'y trouvent spécialisées plus que dans toute autre industrie. Ici la magnanerie, puis la filature et, enfin, le moulinage. Cette division du travail donne à la préparation des fils de soie une physionomie particulière. Doit-on la considérer comme nécessaire ? N'est-il pas possible de concevoir la réunion de ces différentes manipulations sous une direction unique ?

Il est évident qu'en se basant sur l'organisation du travail des autres textiles, la réunion de la filature et du moulinage doit se réaliser et produire dans l'avenir des résultats avantageux, au point de vue de la bonne économie et de la régularité du travail produit.

Aussi bien cette concentration de la main-d'œuvre sous une direction unique, nous la verrons se réaliser dans une industrie qui, elle aussi, produit les fils de soie en utilisant

les déchets. A en juger par ses rapides développements, son état actuel de perfection, ce groupement des efforts concourant au même but a donné à l'industrie de la schappe la plus heureuse impulsion. Tel qu'il est constitué aujourd'hui, le traitement des déchets de soie s'est approprié les méthodes de la grande industrie. Nous l'étudierons dans le chapitre suivant.

CHAPITRE VI

LES DÉCHETS DE SOIE

Industrie de la schappe

Tous les déchets de soie, quelles que soient leur nature et leur provenance, sont utilisés actuellement pour la production de fils.

Les fils obtenus avec les déchets sont appelés *schappes* ou *fantaisies;* l'industrie qui les produit, porte le nom d'*industrie de la schappe.*

C'est là un nom nouveau pour beaucoup de nos lecteurs. L'industrie des schappes, en effet, n'est point ancienne; à vrai dire, l'utilisation de certains déchets remonte à une origine assez reculée. C'est ainsi qu'en Chine, au Japon, on a fait de tout temps des fils grossiers avec des cocons percés, des frisons, de la bourre. Ces matières, mises à macérer dans l'eau, soumises à une sorte de rouissage qui amenait la destruction plus ou moins complète de la substance agglutinative ou du grès, étaient ensuite étirées en fils au moyen de fuseaux ou de rouets. En France, on trouve qu'il est fait mention des fils de déchets dans les règlements du XIIIe et du XIVe siècle. La *galette* était obtenue avec des cocons percés

préalablement rouis ; le *fleuret* provenait des frisons filés au rouet ; la *filoselle* était le produit des bassinés et des cocons avariés. Tous ces fils étaient obtenus à la main ; leur qualité était si défectueuse, qu'un règlement de la manufacture de Lyon, daté de 1667, défendait tout mélange de bonne soie avec les restes de « floret, de bourres de soie et de grossiers ».

De nos jours encore, en Chine, dans l'Inde et même, très exceptionnellement, dans certaines contrées séricicoles françaises, on file des cocons à la quenouille après les avoir fait macérer préalablement dans des lessives alcalines obtenues avec les cendres de bois.

Tous ces produits rudimentaires ne peuvent évidemment entrer en comparaison avec les fils que fabrique actuellement l'industrie de la schappe, en suivant les principes rationnels de la filature mécanique.

C'est au siècle dernier, en Suisse, sur les rives du lac des Quatre-Cantons, qu'on trouve les premières tentatives de filature mécanique des déchets de soie.

En 1815, la Société française d'encouragement pour l'industrie nationale, comprenant tout l'avenir qui était réservé à l'industrie nouvelle, proposa un prix pour le cardage et la filature mécanique des déchets de soie.

C'est seulement vers 1830, que l'industrie de la schappe commença à acquérir un certain développement ; malgré son origine récente, elle est arrivée aujourd'hui à un rare degré de perfection.

Les méthodes suivies par l'industrie de la schappe pour la production de ses fils n'ont aucune analogie avec celles qui sont mises en œuvre pour la préparation des soies grèges et ouvrées. Ces dernières sont peu nombreuses et relativement simples. La continuité, la longueur exceptionnelle et la régularité du fil provenant du dévidage du cocon, simplifie beaucoup, en effet, les opérations qui précèdent le tissage.

Dans l'industrie de la schappe, au contraire, le fil doit être

formé à partie d'éléments beaucoup plus rudimentaires, se trouvant à un état de filature beaucoup mois avancé.

A ce point de vue, il existe une grande analogie entre la filature du coton, du lin et de la laine, et la filature des schappes.

Il est même juste de dire que, entre toutes, la filature des schappes est la plus compliquée ; c'est tout au moins celle qui comporte le plus d'opérations, par suite de la grande diversité des matières premières qu'elle doit utiliser.

Telle qu'elle est constituée actuellement, l'industrie de la schappe doit donc être rangée dans la catégorie des grandes industries. L'importance des capitaux qui lui sont indispensables ; la nécessité de mettre en œuvre un matériel perfectionné ; la multiplicité des opérations à réaliser avant d'obtenir des fils et, il faut le dire aussi, l'esprit d'initiative et de progrès qui a signalé les filatures de schappe n'ont pas tardé à amener le groupement rationnel des différents éléments constituant cette industrie.

Les déchets de soie subissent d'abord un certain nombre d'opérations chimiques, macération, décreusage, lavages, ayant pour but de dissoudre et d'entraîner une partie du grès coagulé autour des fibres soyeuses. On obtient ainsi des matières décreusées, aptes à subir les opérations du peignage.

Après un certain nombre d'apprêts mécaniques ayant pour résultat d'entraîner les chrysalides, les substances étrangères à la soie, les déchets décreusés sont soumis au peignage, coupés en filaments d'égale longueur et mis en nappes.

Ces nappes sont ensuite étirées en rubans, puis en fils ; en suivant toutes les opérations usitées dans les filatures de laine ou de coton.

Nous examinerons en détail ces différentes opérations en commençant par l'étude sommaire des différents déchets.

Matières premières

Suivant leur provenance, les déchets de soie utilisés comme matière première par l'industrie de la schappe, peuvent être classés en plusieurs catégories.

On distingue :

1° Les déchets de magnaneries ;

2° Les déchets de filatures de cocons ;

3° Les déchets de moulinage ;

4° Les déchets de peignage de schappe.

Les deux premières catégories l'emportent de beaucoup, par leur importance et la variété de leurs produits, sur les deux autres.

Il faut mentionner enfin, pour ne rien omettre, les déchets obtenus dans le dévidage des soies teintes. Ces matières ne constituent qu'une proportion très minime parmi celles qui sont traitées pour la production des fils de schappes.

1° *Déchets de magnaneries.* — Ces déchets comprennent un certain nombre de produits fort différents : c'est d'abord la *blaze* ou bourre soyeuse entourant le cocon. Constituée par le premier jet de fil soyeux émis par le ver, afin de fixer son cocon sur la bruyère, elle est séparée des cocons dans les magnaneries et mise à part pour être vendue comme déchet. La production de la blaze, en Europe, est assez faible, mais depuis quelques années, la Chine en expédie de 100 à 120.000 kilogrammes par an. La blaze est généralement mélangée de débris de bruyère ; elle renferme une proportion très notable de grès, et perd au décreusage de 33 à 38 pour 100 ; habituellement, on ne la file pas pure, mais on la mélange avec des fils de basse qualité pour en atténuer le prix. La blaze vaut de un à deux francs le kilogramme, suivant qu'elle est abondante ou rare.

Le triage des cocons effectué à la magnanerie, a pour résultat de faire mettre à part un certain nombre d'espèces de cocons avariés ou imparfaits qui sont tous employés pour

la fabrication des fils de schappes. Nous avons eu déjà l'occasion de mentionner ces cocons, il suffira de les rappeler brièvement ici. Ce sont les *chiques*, les *faibles* ou cocons inachevés, les cocons rouillés ou tachés, les cocons doubles, toutes les coques, en un mot, qui ne sont pas susceptibles d'être dévidées à la bassine. Le poids de soie contenu dans ces matières est assez variable. Les vers ou les chrysalides entrent pour la majeure partie dans le poids total, mais suivant une proportion qui varie beaucoup. Néanmoins, on peut estimer qu'en moyenne ils renferment :

Soie.	25-40 pour 100
Vers ou chrysalides..	75-60 —

Les cocons percés provenant du grainage constituent une matière première importante de l'industrie des schappes. Ce déchet provient des magnaneries. Au temps où la pébrine et la flacherie décimaient les vers à soie, en France et en Italie, les éleveurs allaient chercher leur graine au Japon et, par suite, ce pays était le seul producteur de cocons percés. Depuis que l'application du grainage cellulaire (système Pasteur) s'est généralisée, les graines de vers à soie sont produites en France et en Italie, et ces pays livrent les cocons percés, déchet obligé de la préparation de la graine.

Actuellement, la France fournit à l'industrie de la schappe des cocons percés jaunes ; l'Italie produit des cocons percés jaunes et une petite quantité de verts ; le Japon envoie encore des cocons blancs et des cocons verts ; la Chine expédie des cocons jaunes, blancs et verts, et le Bengale des cocons percés appartenant à la race safranée, particulière à ce pays.

Les cocons percés sont une matière première relativement très riche en soie. Les bonnes qualités, dites *classiques*, en renferment de 70 à 83 pour 100. Les qualités courantes accusent de 58 à 69 pour 100 ; au-dessous de 58, les cocons percés sont mélangés de cocons avariés.

Voici quels ont été, cette année, les prix de ces différentes sortes de cocons percés :

	fr.	
Cocons jaunes pays. . .	8,50	le kilogramme
Chine..	6,25-7,25	—
Japon..	7 »-7,70	—
Canton.	6 »-6,25	—
Bengale.	4,50-5,50	—

Il faut ajouter à ces différentes sortes les cocons percés tussah, importés par le Bengale et par la Chine. Leur valeur fixée primitivement à 4 fr. 50 s'est élevée jusqu'à 8 francs par kilogramme. Cette hausse montre combien ces matières sont actuellement recherchées.

2° *Déchets de filatures.* — Les déchets produits par le dévidage des cocons sont assez nombreux : le premier d'entre tous, par ordre de formation, comme par la quantité et la valeur, est le *frison.* Lorsque les cocons sont battus dans la bassine, pour dégager l'extrémité du brin capable d'être tiré et filé, ils abandonnent une sorte de bourre constituée par les premières vestes soyeuses. Cette bourre formée de baves embrouillées, assez fortement agglutinées par le grès, constitue le frison : l'opération de la purge, sépare définitivement les frisons, sous forme de lanière, un peu tordue, qu'on a soin de détordre avant le séchage, pour faciliter le peignage ultérieur.

Les frisons représentent une fraction importante du poids de la soie contenue dans un cocon. Leur proportion s'élève en moyenne à 25 ou 30 pour 100. C'est donc là un produit extrêmement important et d'une abondance exceptionnelle.

Tous les pays qui filent des cocons produisent donc en même temps du frison, mais ce déchet arrive en Europe sous des états bien différents, suivant le genre de filature par lequel il a été obtenu.

Les frisons de France, d'Italie et d'Espagne, ont beaucoup d'analogies entre eux. Leur rendement en soie et leur prix diffèrent peu. Cette année ils ont été cotés de 8,50 à 9,50 par kilogramme.

Les frisons de Syrie et de Grèce sont à peu près de qualités

identiques, ils valent actuellement 6 francs à 7 fr. 25 le kilogramme. Les sortes de Brousse et d'Andrinople sont tout à fait assimilables aux frisons français.

Ceux de Boukhara et du Khokhand sont de qualité beaucoup moins régulière, et leur valeur peut varier de 4 francs à 7 fr. 50.

Les frisons de Perse se présentent sous une forme toute particulière. Ils sont roulés en boules, et les boules sont réunies entre elles par des liens. Leur valeur est comprise entre 5 fr. 75 et 7 fr. 25 le kilogramme.

En Chine et au Japon, certaines filatures montées suivant les procédés européens produisent des frisons semblables à ceux de France et d'Italie. Les frisons des filatures indigènes se vendent à Shanghaï sous le nom de *curley*, classés en numéros 1, 2 et 3. Leur prix varie de 6 francs à 6 fr. 50. Ils alimentent surtout les filatures de schappes anglaises.

Les frisons indigènes, au Japon, revêtent cinq ou six formes bien distinctes. Chacune d'elles prend le nom de la province qui la produit. On distingue :

		fr, fr.	
L'Oshiou	coté. . . .	8,50-9 »	par kilogramme
Le Djochiou	—	5,75-6,50	—
Le Sinchiou	—	7,50 8 »	—
Le Nimo goshir	coté. .	8 »-8,25	—
Le Hutchogee	— . .	8 »-8,50	—
L'Hosorio	— . .	7,50-8 »	—

En outre, toutes les provinces produisent une sorte de frisonnet, plus ou moins riche, qu'on nomme *kibitzos*. La valeur de ces déchets varie depuis 2 francs jusqu'à 8 francs par kilogramme. Les plus belles sortes sont de véritables frisons roulés en petites pelottes.

Parmi les déchets provenant du Japon et pouvant être assimilés au frison, on trouve une sorte de ouate de soie, connue sous le nom de *mawata* et valant aujourd'hui de 13 francs à 13 fr. 50 le kilogramme. Ce produit est obtenu

par la cuisson des cocons doubles percés, ou des cocons imparfaits; ces cocons décreusés, lavés, dépouillés à la main de leurs chrysalides, sont ensuite étirés en forme de nappes.

Un grand nombre de déchets arrive de la Chine sous forme de frisonnets, ou frisons de qualité inférieure. Les principales provenances sont :

Le Ho-nan.

Le Chan-toung.

Le Kampao.

Le prix de ces déchets varie actuellement de 2 francs à 3 fr. 25 suivant qualité. Seul le Ho-nam envoie un vrai frison allongé dont la valeur est à peu près de 6 à 7 francs le kilogramme. L'importation de ce déchet s'est beaucoup accrue dans ces dernières années.

Le Bengale, dont la production est stationnaire, possède trois ou quatre grandes filatures à l'européenne, produisant le frison sous deux formes particulières, qui diffèrent d'une façon notable de toutes les autres.

L'une de ces filatures fait un frison de moyenne longueur, bien ouvert, paraissant peigné comme du chanvre. Les autres livrent leur frison en rubans de 2 ou 3 mètres de longueur (tapee) : ces marques, dites classiques, valent de 6 fr. 75 à 7 fr. 50 le kilogramme.

Quelques filatures indigènes produisent des frisons demi-classiques, cotés de 5 à 6 francs. Enfin la grande production des frisons natifs, donne des marchandises de trois ou quatre qualités différentes, dont les prix varient de 3 francs à 3 fr. 50 le kilogramme.

La Cochinchine développe de jour en jour l'exportation des déchets de soie : elle expédie actuellement des cocons percés et des frisons sous deux formes différentes. Les uns sont en lanières allongées et étirées, les autres se présentent en flottes grossièrement tissées.

Pour compléter cette énumération et clore la liste des frisons, il faut citer enfin les frisonnets du Mysore : ils sont

de nuance verdâtre; leur valeur est actuellement comprise entre 3 francs et 3 fr. 50 le kilogramme.

Le frison constitue le premier et le plus important déchet produit par le dévidage des cocons, mais il n'en est pas le seul : tous les cocons qui cessent de se dévider, constituent de nouveaux déchets. Ces cocons renferment des proportions de soie fort inégales, suivant qu'ils se sont prêtés à un dévidage plus ou moins avancé.

On donne le nom de *bassinés* à ceux qui contiennent encore une proportion de soie pouvant atteindre et dépasser 40 pour 100 de leur poids : les cocons presque épuisés, dans lesquels la proportion de la soie descend jusqu'à 10 pour 100 sont appelés *pelettes* ou *telettes* : ils sont formés des dernières vestes soyeuses enveloppant la chrysalide. Dans certaines filatures, les telettes sont mises à macérer dans l'eau, séparées des chrysalides, exprimées et soumises à la dessiccation, on obtient ainsi un produit appelé *pelades*. Ces matières sont livrées par l'Italie, le Japon et la Chine sous les noms de *ricotti*, *neri*, *wading*, elles ne peuvent être utilisées que pour obtenir des fils de qualité médiocre.

D'ordinaire, les filateurs soumettent les cocons à un nouveau triage avant de les dévider : ils sont amenés ainsi, à mettre de côté les cocons doubles, tachés, faibles. Ces déchets se confondent avec ceux qui proviennent du triage à la magnanerie.

Dans certains pays séricicoles, on ne pratique pour ainsi dire pas le battage et la purge des cocons. On obtient par le dévidage du cocon, que des soies très grossières; la petite quantité de frisons qui ressort de ce traitement rudimentaire se trouve mêlée au bassiné et prend le nom de frisonnets. Le rendement de ces déchets présente de très grandes irrégularités, par leur aspect ils se rapprochent beaucoup plus du bassiné que des frisons.

3° *Déchets de moulinage.* — Le dévidage ou l'ouvraison de toutes les soies grèges produit un déchet auquel on donne

le nom de *bourre*. Ce produit est spécialement employé par les manufactures anglaises. Les bourres les plus estimées sont celles qui proviennent du moulinage des soies de Chine par les usines françaises ou italiennes. Ces bourres comportent trois qualités principales, cotées actuellement 12, 10, 4, 5 francs le kilogramme.

Au Japon, les filatures ds schappes reçoivent des bourres renfermant toujours des fils tordus, très nuisibles au cardage. La valeur de ces bourres atteint 6 francs. Shangaï expédie des bourres indigènes blanches et jaunes valant de 5 fr. 50 à 7 fr. 50. Enfin Canton fournit aux manufactures anglaises, des bourres renfermant beaucoup de gomme classées en numéros 1 et 2, valant 6, 6 fr. 50 par kilogramme.

4° *Les déchets de peignage de schappe* sont désignés par le nom de *bourrettes*. Ils servent à préparer des fils de qualité inférieure. Les déchets des soies teintes, provenant du dévidage des soies après teinture, reçoivent suivant leurs nuances, différentes destinations. Les soies noires sont utilisées pour la draperie : avec les déchets blancs ou de couleur claire, on fabrique des cordonnets; on obtient ainsi des fils violacés, qu'on teint d'habitude en noir. Ces fils provenant de soie de très bonne qualité possèdent beaucoup d'éclat et de brillant. Ces déchets teints ne constituent qu'une fraction extrêmement faible des matières premières employées par l'industrie de la schappe.

L'ensemble de ces matières premières, constitue une infinité de types différents, aussi bien par la forme que par leur couleur et leur aspect. Nous avons vu que leur richesse en soie utilisable variait dans diverses proportions.

Certaines de ces matières ne payent pas de mine. Soumises à l'appréciation d'un profane, elles seraient infailliblement classées dans la catégorie des chiffons ou des résidus sans valeur. Pourtant, par des observations minutieuses et répétées, aidées de la comparaison des résultats industriels, il est possible en se basant seulement sur les caractères extérieurs

appréciables par la vue et le toucher, de déterminer le rendement probable de tous les déchets, en soie capable d'être peignée. La concordance qui existe entre les estimations des courtiers et les rendements industriels est vraiment merveilleuse. Pour la grande majorité des cas, cette concordance est poussée jusqu'à 1/2 pour 100, alors que la proportion de matière utile varie de 10 à 85 pour 100.

Quelle que soit la nature ou la richesse de ces déchets, ils doivent tous subir, avant d'être soumis au peignage, une opération chimique préalable, que nous allons décrire dans le paragraphe suivant.

Le Décreusage

Tous les déchets utilisés par l'industrie de la schappe, sont formés de brins de soie agglutinés entre eux d'une manière fort irrégulière, par du grès; ils renferment en outre des impuretés fort diverses, composées ordinairement de vers, de chrysalides, de débris végétaux, etc. Dans la masse, on ne perçoit d'ordinaire aucun filament distinct; tous les éléments qui la composent forment un tout solide, assez fortement aggloméré, incapable de subir un triage par des opérations mécaniques.

On a donc été amené à soumettre ces matières à un traitement chimique ayant pour but de les ramollir, de les ouvrir, de rendre possible le peignage. Cette opération porte le nom de *décreusage*. Les matières à décreuser sont d'abord mises en cuves pour subir le décreusage proprement dit : sous l'influence de l'eau portée à une température plus ou moins élevée, additionnée ou non de savon, les déchets perdent une partie de leur grès, les fibres se dégagent peu à peu, les matières étrangères, les chrysalides notamment, se séparent. L'encuvage se pratique habituellement dans des récipients à peu près cubiques, cimentés ou plombés, de 3 ou 4 mètres cubes de capacité.

Pour les matières de qualité inférieure, le décreusage est

pratiqué à l'ébullition : les déchets sont soumis pendant neuf ou dix heures à l'action de solutions bouillantes à 1 et 2 pour 100 de savon. Le grès est presque complètement enlevé, la matière décreusée n'en renferme plus que 2 ou 3 pour 100.

Les cocons subissent un autre genre d'opération. Leur décreusage est obtenu par macération : on les immerge d'abord dans un bain d'eau pure, portée à 100°, puis on les abandonne pendant une période variant de trois à six jours. Une sorte de fermentation ne tarde pas à s'établir dans la masse, des gaz à odeur infecte, de l'hydrogène sulfuré se dégagent, peu à peu la matière s'affaisse dans les cuves ; l'opération est alors terminée. Ce genre de décreusage est appliqué d'ordinaire aux matières renfermant beaucoup de chrysalides et peu de soie.

Les frisons subissent un traitement analogue ; ils sont décreusés par macération et fermentation. L'opération est d'autant plus courte que ces matières sont plus riches et qu'il y a moins de matières étrangères à détruire.

Les cocons à coques résistantes sont décreusés par des lessivages successifs, opérés avec de l'eau pure portée à une température plus ou moins élevée. Chaque lessivage est prolongé vingt-quatre heures, on renouvelle l'opération jusqu'à ce que la matière ait été obtenue à un état de pureté et de dégommage convenable.

Les cocons percés sont décreusés parfois suivant un procédé tout particulier. On les foulonne dans un appareil spécial appelé *stampido*, avec un peu d'eau savonneuse. Ce mode de décreusage réussit d'autant mieux que les cocons sont plus frais ; on attribue son efficacité à la présence d'une petite quantité de matière alcaline laissée par le papillon à l'orifice des cocons.

Après le décreusage, les matières ont l'aspect de chiffons grisâtres à longs filaments, les chrysalides ne sont plus emprisonnées dans la masse ; on pratique alors le lavage sous pression. Les déchets décreusés, traités par petites portions,

sont soumis, dans des machines à laver, à l'action répétée de minces filets d'eau s'écoulant avec force, sous une pression d'une à deux atmosphères ; les chrysalides, les corps étrangers, toutes les matières qui n'ont pas une structure filamenteuse, sont expulsés partiellement par ce lavage sous pression. Lorsqu'il est terminé, les déchets sont retirés, égouttés et soumis à l'essorage ; finalement, on les sèche à l'air ou dans des séchoirs, puis on les soumet au battage mécanique. Cette dernière opération assouplit les brins, ouvre la matière et dégage les chrysalides qui tombent et se séparent de la matière décreusée.

La perte subie par les déchets sous l'influence du décreusage est très variable. En effet, la chrysalide entre souvent pour une proportion très considérable dans le poids du déchet ; d'autre part, elle est plus ou moins éliminée. A ne considérer que la fibre soyeuse, on trouve que sa perte en grès oscille de 15 à 30 pour 100, suivant l'origine, l'état de propreté du déchet, et aussi, suivant la quantité de gomme que l'on veut conserver.

Les frisons, les bourres, les matières sans chrysalides perdent de 20 à 28 pour 100 ; les cocons doubles se réduisent à peu près de moitié ; les cocons percés subissent une perte égale a 35 à 40 pour 100 de leur poids primitif.

Les frisonnets donnent environ, en matière décreusée, 50 à 65 pour 100 de leur poids écru ; mais ils retiennent encore une assez forte proportion de chrysalides.

Les bassinés classiques rendent de 40 à 45 pour 100. Toutes ces matières décreusées, lavées, séchées et battues, ont un aspect tout différent de celui du déchet qui leur a donné naissance; après la série d'opérations qui vient d'être décrite, les filaments sont très apparents, dégagés les uns des autres. Ils sont, en général, longs et leur ensemble a beaucoup d'analogie, au point de vue du toucher, avec de l'étoupe : la couleur est blanc grisâtre, l'aspect général très terne. Aucun caractère extérieur ne fait encore pressentir la

soie et ses brillantes qualités. Les opérations mécaniques qui suivent le décreusage font subir à la matière une véritable métamorphose. Elles constituent le peignage et précèdent immédiatement la filature.

Le Peignage

Les déchets de soie, décreusés et séchés, sont formés d'une sorte de bourre composée de filaments soyeux plus ou moins longs, fortement emmêlés ; une quantité variable de corps étrangers, résidus de chrysalides, fragments végétaux provenant des toiles d'emballage, débris de toute nature ajoutés par fraude ou laissés par incurie, se trouvent également emprisonnés dans la bourre.

Le peignage a pour but de rendre les fils de soie parallèles, de les répartir en filaments de longueurs à peu près égales, tout en éliminant les matières étrangères.

Ces résultats sont obtenus par une série d'opérations que nous allons décrire brièvement.

Les déchets décreusés et secs sont d'abord battus mécaniquement ; une certaine quantité des matières étrangères abandonnent les filaments soyeux et en même temps le déchet *s'ouvre*, et devient plus apte, par sa division, à subir le peignage proprement dit.

La matière est ensuite passée aux machines *mouilleuses ;* un mélange d'eau, de savon et d'huile, est projeté en fine poussière sur le déchet, de façon à le lubrifier et à faciliter ainsi les divers traitements mécaniques consécutifs.

En cet état, les déchets sont présentés aux *nappeuses*, sortes de tambours à peignes qui commencent à donner un certain parallélisme aux filaments, forment des nappes et séparent une nouvelle quantité d'impuretés.

Par leur passage aux *fondeuses*, les nappes sont mises en pointes, c'est-à-dire tirées en brins que l'on coupe à une lon-

gueur déterminée ; ces brins sont enroulés ensuite sur des baguettes.

Ces baguettes, chargées de filaments d'égale longueur, déjà parallèles, mais renfermant encore des matières étrangères, sont soumises ensuite au peignage proprement dit.

Les peigneuses en usage dans l'industrie de la schappe, sont de deux sortes : les *circulaires* et les *dressing plats*. On obtient de ces deux machines des résultats à peu près identiques. Dans les deux cas, les filaments sont soumis à l'action prolongée d'un peigne à dents d'acier qui achève de paralléliser les fils et d'enlever les matières étrangères.

Ces machines peuvent fournir du déchet peigné de différentes longueurs. Pour utiliser le déchet le mieux possible, en effet, on le repasse plusieurs fois de suite aux fondeuses et aux peigneuses : on obtient ainsi des traits de plus en plus courts. La succession de ces opérations se comprend aisément. La peigneuse sépare, en effet, en deux parties la matière soumise à son action : l'une d'elles est constituée par le peigné qui aura un mètre de longueur si la matière n'a pas encore subi de peignage ; la deuxième portion est enlevée par les peignes et se trouve accumulée sur les organes de la machine préposés à l'épuration. Cette partie pourra être passée de nouveau aux fondeuses, fournir un second trait qui, après peignage, donnera un peigné de deuxième longueur. Lorsque cette opération aura été faite, un certain nombre de fois, et on peut la répéter jusqu'à cinq fois, la peigneuse ne donnera plus, comme résidu, que de la bourrette, agglomération de brins courts chargés de *boutons*, dont il sera question plus loin.

Au sortir des peigneuses, le déchet de soie dégagé, de la baguette de bois sur laquelle il était replié en son milieu, se présente en masses appelées *loquettes*. Il est formé de fils soyeux parallèles présentant avec une certaine atténuation l'éclat de la soie ; sa couleur est blanche, légèrement teintée de brun jaune très clair. La soie n'est pourtant pas encore com-

plètement pure ; elle renferme encore quelques menus filaments végétaux, parfois aussi des cheveux et des crins qu'un tissage à la main peut seul faire disparaître.

Cette opération porte le nom d'*épluchage ;* pour la pratiquer, des ouvrières font passer sur une lame de verre à vitre fortement éclairée par sa face inférieure, les loquettes de peignés ; avec une pince, elles enlèvent toutes les matières étrangères.

Ce triage présente une grande importance. Tous les fils végétaux, les cheveux et les crins restant sous les loquettes accompagnent la soie à la filature et au tissage. Après la teinture, comme ils n'absorbent pas les matières colorantes de la même manière que la soie, ils deviendraient apparents et seraient ainsi une cause de dépréciation irrémédiable.

Après l'épluchage, les loquettes de peigné sont réparties en pesées uniformes de 60 à 125 grammes, suivant la longueur du trait, et passées aux *étaleurs*. Ces appareils superposent et étirent les loquettes et forment une nappette possédant un poids et une longueur déterminée, toute prête pour les opérations de la filature.

Mais avant d'aborder ce point, nous devons remonter un peu en arrière pour terminer en quelques mots l'histoire du résidu principal du peignage, la bourrette.

Cette matière, composée de filaments très courts n'est plus susceptible d'être peignée ; on la soumet à l'action des cardes à coton et on la file comme ce textile.

Les fils obtenus s'emploient en trames pour les couvertures et les étoffes bon marché ; on les utilise également pour les tissus d'ameublement, imprimés ou façonnés. Ces étoffes conservent encore un peu du brillant de la soie ; elles ne sont pas exposées, comme les tissus de laine, aux dégradations des mites.

Cette propriété a fait adopter la bourrette pour la confection des tissus servant à préparer les gargousses de canon. Depuis quelques années, cet emploi s'est généralisé beaucoup.

En France, la toile amiantine employée pour le service de l'artillerie est constituée par une chaîne et une trame en bourrette pure.

Filature

Après avoir été peignés, et mis en nappettes par les étaleurs, les déchets de soie sont soumis aux procédés généraux usités dans la filature des textiles. Nous nous étendrons peu sur cette question qui a déjà été traitée bien souvent : les déchets de soie ne sont pas filés autrement que le coton, le lin et la laine.

Les nappes de peigné sont passées d'abord à un appareil rubaneur, puis soumises à une série d'étirages qui transforment le ruban en une mèche de filature.

A ce moment, les rubans sont devenus trop minces pour qu'on puisse continuer à les étirer sans les rompre. Ils sont également trop longs pour être reçus dans des pots sans se mêler et causer du déchet. Il devient nécessaire de leur imprimer un léger degré de torsion pour augmenter leur cohésion et leur résistance à l'étirage ; il faut aussi remplacer les pots par des bobines autour desquelles les fils rudimentaires viennent s'enrouler aussi uniformément que possible. Les métiers dits *bancs à broches* sont employés à cet effet.

Les rubans enroulés sur les bobines sont portés ensuite sur les métiers qui doivent finir le fil. Les métiers à filer employés dans l'industrie de la schappe ne diffèrent pas essentiellement de ceux qui sont usités pour les autres textiles. Pour les fils simples sur cannettes, on utilise les métiers *selfasting* ; les métiers *continus* servent à la préparation de toutes les autres qualités de fils.

Les fils produits par l'industrie de la schappe comportent un assez grand nombre de variétés. Il faut distinguer les fils simples obtenus par la torsion plus ou moins accusée d'un ruban unique, les fils deux ou trois bouts provenant de

la torsion simultanée de deux ou trois fils simples ayant déjà subi une torsion individuelle inverse de la torsion d'ensemble.

La torsion finale, pour les fils retordus, est toujours de droite à gauche pour ceux qui sont destinés au tissage. Elle est de gauche à droite pour les cordonnets.

Tous ces fils, avant d'être livrés à la consommation subissent un certain nombre d'opérations de finissage. Ils sont *gazés*, c'est-à-dire qu'on les fait passer rapidement dans une flamme qui détruit leur duvet, lissés, dévidés et finalement visités à la main avant d'être mis en paquets.

Les paquets, sur tout le continent européen, sont uniformément de 5 kilogrammes. Le titre du fil s'énonce, pour les fils simples, par le nombre de 1000 mètres de fils qui pèsent 1 kilogramme ; ce chiffre détermine le numéro du fil : ainsi 90.000 mètres du numéro 90 pèsent un kilogramme.

Dans les fils doubles ou *trois bouts*, on conserve le numéro du fil simple qui est retordu en faisant précéder le numéro du fil des chiffres 2 ou 3. Les numéros 2/100, 2/140, 2/200 sont des fils deux bouts dont 100, 140, 200.000 mètres pèsent un kilogramme.

Les titres les plus usités varient du n° 70 au n° 170 pour les fils simples ou cannettes.

Dans les fils doubles ordinaires, la gamme des numéros va de 2/50 jusqu'à 2/300.

Les cordonnets sont constitués par les n°s 20 à 120 à deux ou trois bouts.

Les fils obtenus avec le déchet de soie reçoivent aussi des désignations particulières, suivant la qualité de grès qu'ils contiennent encore et parfois aussi suivant leur origine.

On appelle communément *schappes* tous les fils de bourre de soie obtenus par macération et renfermant encore de 2 à 15 pour 100 de grès.

Les fils plus ou moins blancs provenant de matières premières décreusées au savon et complètement dépourvues de grès, portent le nom de *fantaisies*.

Les *galettes* sont des fils obtenus ordinairement avec des cocons ; on leur laisse le plus de grès possible et ils en renferment environ 18 à 21 pour 100. Cette particularité leur donne une aptitude spéciale au blanchiment, et leur conserve l'aspect brillant caractéristique de la soie, qui apparaît après le décreusage.

Pour compléter cette esquisse rapide de l'industrie de la schappe, il nous reste à mentionner à quels usages sont employés ses produits.

Usages des fils de schappe

Les fils de schappe sont constitués, nous l'avons vu, par de la soie pure ; mais par suite de leur origine et des traitements qu'ils ont dû subir, ces fils présentent les qualités du précieux textile à un degré atténué. Toutefois, les différences qui existent entre la soie et la schappe ne sont pas assez grandes pour faire ranger, au point de vue du tissage, ces matières dans deux catégories éloignées ; elles sont au contraire assez voisines l'une de l'autre et il est permis de dire que la schappe se rapproche de la soie et qu'elle se différencie beaucoup de la laine et du coton.

Les emplois de la schappe sont aussi nombreux que variés. On a remarqué que tous les tissus contenant des fils de schappe sont devenus l'objet d'une consommation croissante, sans doute parce qu'ils possèdent l'éclat soyeux et peuvent néanmoins être produits et vendus à bon marché.

Divers motifs tendent, du reste à généraliser l'emploi des fils de schappes. Il faut mettre en première ligne, leur valeur réduite par rapport à celle de la soie, la grande régularité de leur fabrication et de leur titre, leur faible perte ou décreusage.

Actuellement, la passementerie consomme de grandes quantités de schappes pour la fabrication des franges, des chenilles et des cordonnets.

L'industrie de la bonneterie applique les fils de déchets au tricotage des gants, des mitaines et des bas mi-soie ; elle les utilise également pour la confection de chemises et de maillots.

Certains tissus élastiques employés pour les chaussures, les ceintures, les bretelles, renferment des propoctions notables de fils de schappes.

Les tissus d'ameublements, pour les sièges et les tentures, façonnés, brochés ou imprimés, emploient de très grandes quantités de schappes.

Les fils sont mélangés aussi de mille manières différentes, avec la laine, la soie et le coton ; on obtient ainsi des tissus mixtes fort employés pour la confection des robes, des manteaux, des draperies diverses.

Depuis quelques années, les déchets de tussah sont filés en schappes et servent en Angleterre pour la fabrication du *sealskin* ou imitation du poil de loutre.

Mais c'est surtout pour la fabrication des foulards, du velours, des peluches et des rubans, que se consomment les plus grandes quantités de fils de schappes.

Dans les foulards, la schappe est employée pour trame en fils simples.

Les peluches et les velours unis et façonnés ont employé, pendant ces dernières années, d'énormes quantités de schappes. La fabrication de ces étoffes s'est concentrée, en Angleterre, pour les peluches et le sealskin ; à Lyon, à Saint-Étienne et dans les provinces rhénanes, pour le velours.

L'application de la schappe à la fabrication des rubans, très active à Bâle il y a quelques années, s'est ralentie sensiblement ; la soie et le coton se sont substitués en grande partie à la schappe pour la fabrication de ce genre de tissus.

L'énumération des applications multiples qu'ont reçues les fils de schappes, permet déjà d'entrevoir toute l'importance de leur fabrication.

D'après une statistique due à M. Rondot, la production

totale des filatures de schappe atteindrait, en chiffres ronds, 3 millions et demi de kilogrammes. Ce chiffre est très considérable : les manufactures européennes et américaines consomment environ 10 millions de kilogrammes de soie; on voit donc que les fils de schappe représentent en poids le tiers de cette quantité et le quart de la quantité totale, schappe et soie réunies.

Mais il ne faudrait pas conclure, des proportions qui existent entre ces quantités de fils de soie et de schappe, que pour 10 parties de soie filée, on doit obtenir en moyenne 3,5 parties de fils de déchets. La vérité est que les filatures de schappe utilisent non seulement les déchets correspondant aux soies produites et consommées en Europe et en Amérique, mais aussi presque tous les déchets produits par les soies consommées dans les autres parties du monde. Or, le chiffre de la consommation et de la production de la soie, en Asie par exemple, n'est pas exactement connu ; on ignore de même, la proportion moyenne de déchets que donnent ces soies.

Ce qu'il faut retenir des chiffres représentant la production totale des filatures de déchets, c'est le prodigieux essor de cette industrie de la schappe, qui a su, en si peu d'années, attirer à elle, de toutes les parties du monde, ces résidus de soie autrefois presque sans valeur, et par les méthodes les plus perfectionnées, les transformer en fils constituant une ressource précieuse pour le tissage.

Avec l'étude des fils de schappe se termine l'énumération des matières premières employées dans l'industrie des soieries. Mais avant de passer rapidement en revue, dans la deuxième partie de ce livre, les opérations que doivent subir les fils de soie pour être tissés et transformés en étoffes, nous devons consacrer quelques mots aux soies artificielles.

CHAPITRE VII

LES SOIES ARTIFICIELLES

Est-il chimérique de tenter la production artificielle de la soie ? Nous avons déjà dit, à propos de l'étude de la constitution chimique de la soie, qu'aucune raison ne s'opposait *a priori*, à la synthèse de ce textile. On doit même prévoir comme prochaine, la production artificielle des matières albuminoïdes, et l'on a vu que la soie appartenait, par sa nature chimique, à cette classe de corps.

Mais sans aborder le problème, dans toute sa difficulté, certains chercheurs se sont préoccupés de préparer artificiellement des textiles, qui, sans avoir la composition chimique de la soie, possédaient pourtant ses principales propriétés techniques : le brillant, la ténacité, l'élasticité, la souplesse, l'aptitude à être blanchie teinte et apprêtée.

Un essai remarquable, autant par l'originalité de la méthode employée, que par les résultats obtenus, vient d'être tenté par M. de Chardonnet.

Partant de cette observation, que la soie semi-fluide dans les glandes du ver se solidifie à la sortie des filières en donnant un fil continu : M. de Chardonnet a réussi en prenant comme point de départ le collodion, dissolution de cellulose nitrique, dans un mélange d'alcool et d'éther, à engager cette substance dans une filière, et à la solidifier au sortir de cet appareil, en un fil brillant, tenace et élastique et à l'enrouler sur des bobines.

M. de Chardonnet a consigné le résultat de ses recherches dans un pli cacheté déposé au secrétariat de l'Académie des sciences de Paris, en mai 1884. Ce pli fut ouvert sur sa demande, en séance de l'Académie, le 7 novembre 1887.

Le 7 mai 1889, M. de Chardonnet a adressé à l'Académie des sciences une note qui a été insérée aux comptes rendus des séances, et dans laquelle nous trouvons d'intéressants détails sur l'application de sa méthode, pour produire une soie artificielle.

D'après M. de Chardonnet, toutes les qualités qui distinguent la soie, ne peuvent s'obtenir qu'en filant une solution liquide. « La cellulose pourrait servir, mais elle n'a pas de véritable dissolvant. Il faut la nitrer, dissoudre la nitro-cellulose formée dans un mélange d'alcool et d'éther, filer le collodion obtenu, tout en le solidifiant en même temps, et le débarrasser ensuite d'une partie de son acide nitrique. »

L'auteur indique qu'on peut employer les diverses celluloses à condition qu'elles soient pures. Les essais ont porté principalement sur les cotons, et les pâtes de bois tendres traitées par l'acide sulfureux.

Ces matières ont été transformées en celluloses octonitriques et l'on a dissous 6,5 du produit obtenu dans un mélange de 38 parties d'éther et de 42 parties d'alcool.

Le collodion ainsi préparé est placé ensuite dans un réservoir clos, en cuivre étamé, muni à sa partie inférieure d'une rampe d'écoulement portant plusieurs tubulures en verre terminées par une portion capillaire. Une pression de plusieurs atmosphères est entretenue dans le réservoir de cuivre, au-dessus de la surface du collodion, afin de faciliter la sortie par les filières de cette matière visqueuse.

Les filières ne débouchent pas dans l'air : elles sont enveloppées d'un manchon dans lequel circule de l'eau : c'est au sein de ce liquide que s'écoulent les veines du collodion. Elles s'y solidifient immédiatement, et prennent la forme d'un fil qui est saisi par une pince mue automatiquement et porté sur des baleines d'enroulement.

Les écheveaux obtenus sont ouvrés comme les soies de cocon : on les soumet ensuite à la dénitration. Pour obtenir ce résultat, les fibres sont soumises à l'action d'un bain d'a-

cide nitrique étendu à la température de 25 à 35°. Par ce traitement, d'après M. de Chardonnet, une partie de l'acide nitrique combiné à la cellulose est éliminée, la matière prend une consistance gélatineuse, et devient apte à absorber les matières colorantes et les sels. « Les dissolvants du collodion n'ont plus d'action, les fils ont perdu leurs propriétés explosives, on peut les rendre moins combustibles peut-être que le chanvre ou le coton en leur faisant absorber au sortir du bain nitrique du phosphate d'ammoniaque. »

D'après l'auteur, la ténacité et l'élasticité de la soie artificielle, un peu inférieures à celle de la soie naturelle pour une même section, s'en rapprocheraient beaucoup. Le *brillant* du nouveau textile surpasserait celui des soies de cocon. La soie artificielle se comporterait dans les bains de teinture à peu près comme les soies naturelles, à la condition de ne pas trop chauffer.

La découverte de M. de Chardonnet est trop récente encore pour être l'objet d'un jugement définitif. L'expérience seule permettra de dire si le nouveau textile, qui n'est pas de la soie, mais un succédané de la soie, est appelé à prendre une certaine place dans la fabrication des tissus. Il semble *a priori* que la combustibilité de la soie artificielle doive en faire restreindre l'emploi. Néanmoins, cet inconvénient peut subir, par des perfectionnements successifs, de larges atténuations.

En tout état de cause, la découverte de M. de Chardonnet n'en est pas moins remarquable. La possibilité de filer pratiquement des matières liquides est aujourd'hui démontrée.

DEUXIÈME PARTIE

LES SOIERIES

CHAPITRE PREMIER

GÉNÉRALITÉS

On donne le nom de soieries à toutes les étoffes dans le tissage desquelles les soies figurent pour une proportion notable.

Les soieries comportent un nombre pour ainsi dire illimité de genres. Leurs éléments constitutifs sont extrêmement nombreux, et chacun d'eux peut varier dans des proportions considérables. Les principaux résident dans la nature des fils, leur couleur, leur mode d'assemblage. La mise en valeur de ces différents éléments nécessite un ensemble de travaux fort différents : les uns, tels que la teinture, le tissage et les apprêts chimiques, sont d'ordre purement industriel, d'autres tels que le dessin, et pour une certaine part le tissage, constituent des arts véritables, échappent en majeure partie aux données scientifiques et puisent leurs principaux éléments de succès dans l'imagination seule.

Pour donner à nos lecteurs une idée approchée de la fabrication des soieries nous aurons à passer en revue les différentes phases de leur formation, en suivant l'ordre dans

lequel elles se succèdent. Nous serons amené à examiner ainsi l'essai des soies, comprenant le conditionnement, le décreusage et le titrage, la teinture des soies en flottes, le tissage, la teinture des pièces, les apprêts. Cette étude sera terminée par un chapitre consacré à l'art dans l'industrie des soieries.

Le succès des opérations qui transforment les fils de soie en soieries est dû pour une grande part à la parfaite connaissance des matières premières mises en œuvre : aussi de grands efforts ont-ils été faits pour établir un contrôle exact des qualités des soies employées pour le tissage. Ils ont abouti à la création d'un certain nombre de méthodes, dont l'emploi s'est généralisé et étendu aux soies grèges. Leur ensemble constitue l'essai des soies, nous allons décrire en détail les opérations qu'il comporte.

CHAPITRE II

ESSAI DES SOIES

L'essai des soies a pour but de déterminer et de mesurer les propriétés qui assurent à ce textile une valeur marchande : Pratiqués au début pour combattre la fraude, organisés par l'initiative privée, les essais de soie se bornaient au dosage de l'humidité. Cette opération portait et porte encore le nom de *conditionnement*, les établissements chargés de l'exécuter s'appelaient *conditions*.

La première condition des soies fut fondée en 1750 à Turin par ordonnance du roi de Sardaigne qui voulait « établir sur tous les points, la confiance du commerce des soies parmi ses sujets ».

Dans le courant de l'année 1779, Rast-Maupas organisa à Lyon une condition privée sur le modèle de celle de Turin : il eut des imitateurs, et bientôt quatre conditions privées fonctionnèrent à Lyon ; mais les inconvénients d'un pareil état de choses ne tardèrent pas à se manifester. Les renseignements donnés par les diverses conditions ne concordaient pas entre eux, certains établissements, pour attirer la clientèle, formulaient sur les soies qu'ils examinaient des jugements trop favorables.

Pénétrée du désir de faire cesser ces abus, la Chambre de commerce de Lyon demandait, en 1803, au gouvernement la création d'une Condition publique et unique : un décret du 5 avril 1805 sanctionna cette demande, et concéda à la Chambre de commerce le monopole du conditionnement de la soie.

Dans le courant de ce siècle, des établissements de conditionnement furent établis dans presque toutes les villes d'Europe s'occupant de la production des soies et des soieries. Actuellement, il existe :

14	conditions	des soies	en France
11	—	—	en Italie
2	—	—	en Suisse
2	—	—	en Allemagne
1	—	—	en Autriche
1	—	—	en Angleterre

Tous ces établissements sont organisés sur le modèle de la Condition des soies de Lyon, de beaucoup la plus importante de toutes, par la perfection de ses méthodes et la multiplicité de ses opérations.

L'essai des soies tel qu'il est pratiqué à Lyon comprend :

Le conditionnement, ou dosage de l'humidité ;

Le pesage, ou simple constatation officielle du poids de la soie ;

Le décreusage, opération ayant pour but de débarrasser la soie de son grès et des matières étrangères qu'elle peut

contenir, aboutissant en réalité au dosage de la fibroïne techniquement pure :

L'analyse chimique, organisée pour combattre l'addition à la soie de certaines matières, constituant une charge ne pouvant être enlevée par le décreusage.

Et enfin le titrage, détermination du titre de la soie. Nous passerons en revue ces différentes opérations, telles qu'elles sont exécutées actuellement à la Condition des soies de Lyon, qui peut être prise comme établissement type.

Conditionnement

En traitant des propriétés physiques et chimiques de la soie, nous avons eu l'occasion de parler du pouvoir absorbant considérable que possède ce textile : ce pouvoir absorbant se manifeste d'une manière intense par rapport à l'humidité atmosphérique. Dans l'air ordinaire, la soie renferme toujours une proportion notable d'eau. On a admis, dans les transactions, que la soie à l'état normal devait contenir 10 pour 100 d'humidité.

Le conditionnement a pour but de doser la quantité d'humidité que renferme une soie donnée. Cette détermination est d'autant plus utile qu'il est facile d'augmenter le poids de la soie en la faisant séjourner dans un lieu humide, sans que pourtant elle paraisse mouillée.

Après de nombreux essais, la Chambre de commerce de Lyon a adopté, pour le conditionnement de la soie, le dessiccateur Talabot-Persoz-Rogeat (fig. 47). Cet appareil est aujourd'hui en usage dans toutes les conditions.

Il se compose d'un cylindre creux, en tôle, de 75 centimètres de hauteur et de 40 de diamètre, ayant environ 100 litres de capacité.

Ce cylindre, percé de trous à sa base, se relie, à sa partie supérieure qui est ouverte, à un second cylindre l'enveloppant à la distance de 3 centimètres ; le fond du deuxième cylin-

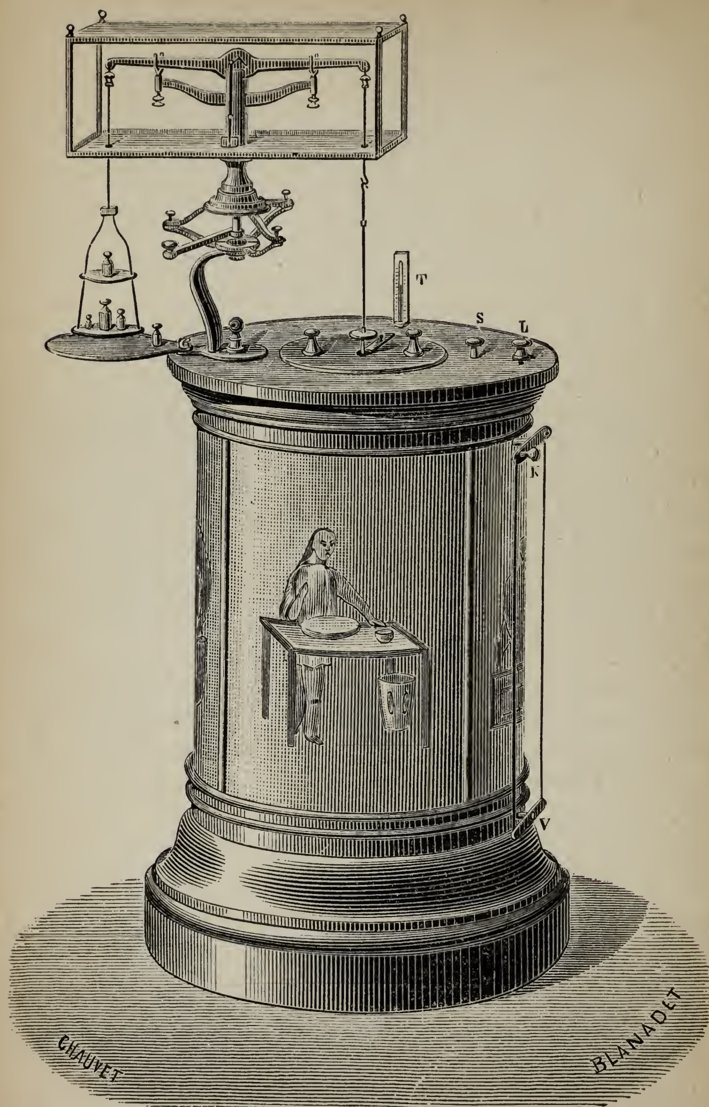


Fig. 47. — Appareil Talabot-Persoz-Rogeat pour le conditionnement de la soie (figure empruntée au livre de M. Persoz).

dre donne passage à trente-deux tubes de cuivre de 2 centimètres de diamètre, disposés suivant une circonférence et venant déboucher dans l'espace annulaire déterminé par les deux cylindres. Ces tubes amènent de l'air chaud venant d'un calorifère ; ils s'élèvent presque jusqu'en haut de l'espace annulaire, à peu de distance de la couronne qui unit les deux cylindres à leur partie supérieure. Ils servent en même temps, par leur surface de chauffe, à élever la température d'une certaine quantité d'air extérieur s'introduisant dans l'espace annulaire par de petits orifices percés à mi-hauteur sur la surface du cylindre extérieur.

Le mélange d'air chaud ainsi obtenu, pénètre dans le cylindre intérieur par son fond percé de trous et s'échappe ensuite par un conduit adapté au couvercle, pour se rendre dans une cheminée d'appel.

Tout cet ensemble est recouvert par une première enveloppe en tôle, puis par une seconde, en tôle émaillée, pour réduire au minimum les pertes de chaleur par rayonnement.

Le cylindre intérieur constitue une véritable étuve traversée continuellement par un courant d'air chaud. Le couvercle supérieur porte en son centre l'ouverture qui permet l'introduction de la soie ; un disque métallique circulaire s'emboîte dans cette ouverture ; il est coupé jusqu'à son centre par une rainure pouvant se fermer hermétiquement.

Par l'ouverture placée au centre du couvercle, passe une tige supportant la soie soumise à la dessiccation : cette tige est reliée par sa partie supérieure à une balance de précision faisant corps avec l'appareil ; un thermomètre plongé dans l'étuve permet de lire la température ; on la règle facilement au moyen d'un registre faisant varier le volume de l'air chaud dans l'appareil et permettant d'en intercepter complètement l'arrivée au moment des pesées.

Il est facile dès lors de comprendre la marche de l'opération. Pour conditionner un lot de soies, on le pèse, puis on le place dans l'appareil Talabot-Persoz-Rogeat ; l'air chaud

est introduit dans l'appareil, le couvercle fermé, la température réglée à 125°-130°. Le lot en expérience est laissé dans l'appareil jusqu'à ce que la balance n'accuse plus aucune diminution de poids. Lorsque ce point est obtenu, au bout de 45 minutes en moyenne, on ferme la soupape d'arrivée d'air chaud et on détermine exactement le poids du lot. C'est ce que l'on appelle le *poids absolu*. Il suffit ensuite d'ajouter à ce poids 11 pour 100 pour obtenir le poids marchand.

Nous venons de décrire très succinctement la méthode employée pour obtenir la dessiccation d'un lot de soie et déterminer son poids absolu.

Dans la pratique, des précautions minutieuses sont prises pour assurer l'exactitude rigoureuse des opérations. Le conditionnement comprend, en effet, toute une série de manipulations qui ne doivent comporter aucune erreur.

Les précautions employées dans le conditionnement ont eu pour résultat de généraliser ce contrôle à tel point que presque aucune transaction ne lui échappe quoiqu'il ne soit nullement obligatoire.

Toute balle ayant fait l'objet d'une transaction sur la place de Lyon est immédiatement envoyée à la Condition par le vendeur.

Le poids brut de la balle est déterminé et contrôlé par deux employés différents ; le ballot est ensuite ouvert ; trois lots d'échantillons d'environ 500 grammes chacun sont prélevés à la partie supérieure, au centre et à la partie inférieure du ballot, de manière à obtenir un échantillon moyen représentant bien l'ensemble du lot.

Ces trois lots sont pesés et répartis dans trois casiers, de telle sorte que chacun d'eux renferme le même nombre de matteaux pris sur chaque couche.

L'emballage est ensuite taré, le ballot est refermé et soumis à une nouvelle pesée ; le poids trouvé, ajouté au poids des échantillons doit reproduire le poids primitif. Puis, la balle est plombée, munie d'un bulletin mentionnant les poids

brut et net, le poids des échantillons prélevés, et tenue à la disposition du déposant.

Les trois lots d'échantillon prélevés, destinés à être conditionnés, sont ensuite pesés sur deux balances différentes par deux employés distincts.

Deux lots sont soumis au conditionnement dans l'appareil dessiccateur. Les pesées à l'absolu étant contrôlées par deux opérateurs, les pesées de ces deux lots doivent concorder à 1/2 pour 100 près ; si l'écart est plus grand, le troisième lot est soumis à la dessiccation ; dans le cas contraire, il est rendu au dépositaire.

Le conditionnement terminé, deux employés calculent le poids absolu du ballot : l'un avec la méthode ordinaire, l'autre par les logarithmes. Les résultats de l'opération sont ensuite inscrits sur un registre à souche ; on remet au déposant un bulletin et un duplicata destiné à l'acheteur.

Le bulletin mentionne les marques et numéros du ballot, son numéro d'enregistrement, la date, le poids brut, la tare, le poids net, les poids net et absolu des échantillons éprouvés, le poids absolu qui en dérive, l'addition de 11 pour 100, le poids vénal et la taxe perçue.

Nous avons vu que la Condition des soies de Lyon avait reçu son organisation officielle en 1805. Pendant près de quarante ans, les soies ouvrées étaient seules envoyées à la Condition ; les grèges n'y paraissaient qu'exceptionnellement à cause des avaries que leur faisaient subir les procédés en usage.

Mais depuis 1842, les perfectionnements apportés aux procédés de conditionnement furent tels, que les soies grèges entrèrent pour une part de plus en plus grande dans la statistique des soies conditionnées. Ce mouvement coïncidait, du reste, avec le développement de l'industrie du moulinage s'approvisionnant de soies étrangères.

Actuellement, le conditionnement est devenu d'un usage si général pour les soies de toute nature, que les tableaux

publiés par la Condition des soies de Lyon sur les quantités de soies conditionnées ou pesées sont considérés comme donnant une mesure comparative, d'année en année, de la production lyonnaise des soieries.

A titre de document, nous reproduirons un certain nombre de ces tableaux dans la dernière partie de ce livre; mais, dès à présent, nous voulons donner le nombre de kilogrammes de soie conditionnée lors des débuts de la Condition et le comparer au chiffre actuel.

En 1807 nous trouvons, soie conditionnée : 362.557 kilogrammes
En 1888 le chiffre s'élève à. . . . . . 5.183.520 —

La quantité de soie soumise au contrôle de la Condition a plus que décuplé.

Si ce chiffre donne la mesure des progrès merveilleux accomplis par la fabrique lyonnaise dans le courant de ce siècle, il permet aussi de concevoir tous les services rendus par la Condition.

Ses déterminations, en effet, permettent de ramener le poids de la soie à sa valeur normale, correspondant à 10 pour 100 d'humidité.

Ce chiffre de 10 pour 100 n'est évidemment qu'un résultat moyen, applicable à une soie de qualité moyenne, placée dans une atmosphère ni trop sèche ni trop humide. Il ne peut pas être absolu ; il suffit qu'il se rapproche le plus possible de la vérité et surtout qu'il soit accepté par tous.

Or, l'application de cette convention nécessite, pour passer du poids absolu d'une soie à son poids normal, que le premier soit majoré de 11,11 pour 100.

En effet, on a :

$$\frac{x}{100} = \frac{10}{90} \text{ d'où } x = 11,11 \text{ pour } 100$$

Dans la pratique, on se contente de majorer de 11 pour 100 le poids absolu de la soie conditionnée.

Depuis l'adoption des appareils Talabot-Persoz-Rogeat, les pertes moyennes des soies soumises au conditionnement s'élèvent à 1,70 pour 100, c'est-à-dire que ces soies renferment 11,70 pour 100 d'humidité, au lieu de la proportion normale fixée à 10.

Le commerce des soies et donc redevable à la Conditlon de cette défalcation de 1,70 pour 100, que sans son intervention il aurait payé comme soie. Ce point est d'autant plus important que la fabrique lyonnaise de soieries s'alimente pour une proportion importante avec des soies étrangères.

D'après un compte fait sur l'ensemble des soies conditionnées de 1805 à 1877, la Condition aurait fait bénéficier le commerce des soies d'une valeur de 134 millions de francs alors qu'elle aurait perçu seulement 14 millions de francs pour les frais de ses opérations.

Ces chiffres montrent tout l'intérêt qui s'attache au conditionnement ; mais indépendamment de ce profit direct, il en est d'autres non exprimables en chiffres, mais qui n'en sont pas moins d'une importance capitale. Sous le contrôle librement accepté de la Condition, le commerce des soies s'est moralisé, et ce résultat est fort important si l'on songe aux facilités et aux tentations que pouvait donner à la fraude le pouvoir absorbant de la soie et le prix élevé de ce textile.

Pour terminer ce qui est relatif au conditionnement, nous devons examiner en quelques mots la limite d'exactitude des opérations et le degré de concordance qu'offrent les déterminations faites par diverses conditions.

La méthode employée par la Condition des soies de Lyon. offre des chances d'exactitude presque absolues. La proportion d'eau doit être déterminée, d'après les règlements, à 1/2 pour 100 près ; mais en réalité, lorsque les pertes des deux lots diffèrent de plus de 0,35 pour 100, l'opération est recommencée avec le troisième lot mis en réserve.

Comparés entre eux, les résultats des différentes conditions sont loin d'atteindre le même degré de concordance. Les

méthodes employées ne sont pas identiques; la prise des échantillons, la température, la vitesse du courant d'air chaud dans lequel la soie est plongée, par suite, la durée des dessiccations, varient suivant les établissements; il en résulte des différences dans les résultats; on doit émettre le vœu que les méthodes employées par les diverses conditions soient unifiées et décrites dans tous leur détails. C'est par l'identité des méthodes dans toutes leurs parties, qu'on obtiendra l'identité des résultats.

La quantité de soie reçue par les différentes conditions est fort considérable. Dans la dernière partie de ce livre, nous donnerons les poids de soies conditionnées par chacune d'elles, depuis un certain nombre d'années. Bornons-nous ici, pour permettre de juger rapidement de l'importance des opérations de conditionnement, à mentionner les résultats d'ensemble pour ces dernières années.

PAYS ET VILLES		SOIES CONDITIONNÉES ANNUELLEMENT EN KILOGRAMMES	
France. . .	Lyon.	4.500.000	6.500.000
	Saint-Étienne.	500.000	
	Autres conditions.	1.500.000	
Italie.. . .	Milan.	3.500.000	5 000.500
	Turin.	600.000	
	Autres conditions.	900.000	
Suisse. . .	Zurich.	1.250.000	1.650.000
	Bâle.	400.000	
Allemagne. .	Crefeld.	550.000	750.000
	Elberfeld.	200.000	
		TOTAL. . . .	13.900 000[1]

Pesage de la soie. — Il n'est pas nécessaire de s'étendre beaucoup sur cette opération. Malgré sa simplicité apparente, elle fournit néanmoins au commerce des renseignements

[1] Nous verrons que ces chiffres ont subi un accroissement notable pour les années 1887-1888.

authentiques, entourés de garanties qui suppriment une foule de contestations.

Son utilité a été reconnue du reste, puisque la plupart des conditions ont annexé à leur service le pesage de la soie. Deux circonstances semblent légitimer la pratique du pesage par les conditions : c'est d'abord la valeur élevée de la soie, et ensuite, la grande variété et le grand éloignement de ses pays de production. De plus les soies donnant lieu à de nombreuses opérations de spéculation, le pesage effectué par un établissement officiel supprime toute contestation sur les poids, et rend pour ainsi dire plus facilement transmissible, plus mobile, la marchandise qui en est l'objet. A la Condition des soies de Lyon, le pesage s'effectue avec les mêmes précautions et les mêmes instruments, pour les soies conditionnées ou seulement pesées : des contrôles parent à l'inattention des employés, ou à l'inexactitude des appareils de pesage ; lorsque l'opération est terminée, la Condition joint à la balle deux bulletins résumant les résultats : chacun de ces bulletins est destiné l'un à l'acheteur, l'autre au vendeur.

Le décreusage. — En étudiant les propriétés chimiques et physiques de la soie, nous avons eu l'occasion de dire que ce textile se composait de deux matières principales :

1° La fibroïne, qu'on pourrait appeler soie proprement dite, car elle possède au plus haut degré toutes les qualités techniques de la soie ;

2° Le grès, enveloppe protectrice, sorte de parement naturel entourant la fibroïne.

Les soies contiennent en général pour 100 parties :

Fibroïne.	75-80
Grès.	20-25

Nous avons vu que le grès était soluble dans les solutions alcalines, et que le meilleur moyen de le dissoudre, sans attaquer la fibroïne consistait à traiter la soie grège par des solutions bouillantes de savon. L'opération ayant pour ré-

sultat de débarrasser la fibroïne du grès, porte le nom de *décreusage.*

Le décreusage constitue un dosage véritable de la fibroïne dans la soie écrue. Il permet donc de connaître la perte qui sera subie en teinture par une soie grège ou moulinée après qu'elle aura été cuite.

Cette opération ne permet pas seulement de doser la gomme, elle donne le moyen de débarrasser la soie de certaines matières qui lui auraient été ajoutées frauduleusement.

Aussi dès que les conditions publiques eurent commencé à fonctionner ne tarda-t-on pas à reconnaître que le décreusage devait être mis au rang des opérations que ces établissements auraient à pratiquer.

A Lyon dès l'annés 1809, la création d'un décreusage public commença a être discutée, mais ce n'est qu'en 1847 qu'un Bureau public de décreusage fut annexé à la Condition des soies. Au début cette opération entraînait la perception d'une taxe spéciale, mais depuis l'année 1856, le décreusage fut pratiqué d'office et sans frais sur toutes les soies présentées au conditionnement.

Le règlement ministériel du 23 décembre 1855 a fixé la méthode qui devait être employée pour le décreusage de la soie, à la Condition des soies de Lyon.

On prélève pour chaque opération environ 100 grammes de soie, sans partage de masses ou de flottes, après la détermination en poids bruts et nets d'entrée au conditionnement des balles de soie.

Le poids exact de l'échantillon destiné au décreusage est controlé avant et après la dessiccation absolue, au moyen de balances de précision sensibles à 1 centigramme.

Le décreusage est effectué, en cuisant la soie dans de l'eau de savon en deux opérations successives d'une demi-heure chacune.

La soie renfermée dans un sachet de toile claire, n'est plongée dans l'eau que lorsque celle-ci est en complète ébul-

lition, et le savon entièrement dissous. Au bout de la première cuite d'une demi-heure, la soie retirée du bain, est tordue et chevillée fortement pour en faire écouler l'eau de savon et la partie de grès dissoute.

Sans être lavée, la soie est plongée ensuite dans un nouveau bain de savon bouillant : après trente minutes, on la retire; elle est tordue et rincée ensuite à fond dans l'eau du Rhône, de manière à enlever toutes les particules de savon adhérentes à la soie.

Pour chaque cuite la dose de savon employée est égale au quart du poids absolument sec de la soie soumise au décreusage. Le savon doit être du « savon blanc sec de Marseille », et sa qualité doit être maintenue constante, pour que les opérations de décreusage soient régulières et comparables entre elles.

Les bains de cuite sont composés avec assez d'eau, pour que le sachet contenant la soie, demeure constamment immergé pendant toute la durée de l'opération.

Le lot de soie décreusé est ensuite séché à l'air, pesé, desséché à l'absolu, et soumis à une nouvelle pesée : les deux poids sont constatés par une balance de précision.

La perte de la soie par l'opération du décreusage est établie en soustrayant le poids absolument sec du lot de soie décreusée du poids absolument sec du même lot en écru. Les résultats sont inscrits sur un bulletin qui est remis aux intéressés.

Nous empruntons à la *Monographie de la Condition des soies de Lyon*, par M. Adrien Perret, un tableau intéressant qui donne la perte centésimale subie aux décreusages par différentes espèces de soie.

PROVENANCES		PERTES AU DÉCREUSAGE POUR 100		
		grèges	trames	organsins
France	Blanc.	19,68	20,91	20,32
	Jaune.	22,84	23,91	24,34
Espagne	Blanc..	20,20	»	21,04
	Jaune.	23,37	»	24,20

PROVENANCES		PERTES AU DÉCREUSAGE POUR 100 grèges	traines	organsins
Piémont	Blanc.	19,86	21,69	20,45
	Jaune.	23.21	23,43	23,40
Italie	Blanc.	19,81	20,51	21,01
	Jaune.	22,91	23,85	24,23
Brousse	Blanc.	20,32	21,44	21,87
	Jaune.	21,53	23,04	22,86
Syrie	Blanc.	20,36	21,96	21,89
	Jaune.	21,25	22,32	23,08
Grèce, Volo, etc.	Blanc.	19,78	20,20	23,74
	Jaune.	20,57	21,99	23,56
Bengale	Blanc.	22,95	24,49	25,03
	Jaune.	21,46	24,20	24,21
Chine	Blanc.	21,07	21,90	22,63
	Jaune.	25 »	26,72	27,30
Canton	Blanc.	21,70	23,25	23,63
	Jaune.	»	26,10	»
	Vert.	22,73	24,74	25,21
Japon	Blanc.	17,71	19,78	19,85
	Jaune.	»	»	»
Tussah	Jaune.	»	19,07	19,75

Les chiffres qui figurent sur ce tableau, montrent tout l'intérêt qui s'attache aux opérations de décreusage. La perte à la cuite diffère suivant la qualité des soies, dans de larges proportions.

L'utilité de cette opération a été, du reste, si vite démontrée que la plupart des conditions ont organisé le décreusage d'après la méthode usitée à Lyon.

Il faut bien dire, que le décreusage n'a pas seulement pour résultat de débarrasser la soie de son grès, il lui enlève aussi un certain nombre de matières étrangères qui peuvent lui avoir été ajoutées dans le but d'augmenter son poids. Mais la recherche de ces matières étrangères ne peut plus être obtenue par le décreusage seul, elle est du ressort de l'analyse chimique. Nous allons en exposer brièvement le but et les principes.

Analyse chimique. — Le prix élevé de la soie, tend à susciter la fraude. Si l'on considère, que les pays producteurs de soie sont nombreux, à des degrés de civilisation et de mo-

ralité commerciale fort différents, on ne s'étonnera pas, que l'essai de ce précieux textile ait été, à juste titre entouré de si grandes garanties.

Par surcroît, la soie, par ses propriétés physiques se prête le mieux possible à toutes les adultérations qu'on veut lui faire subir ; elle absorbe complaisamment une foule de matières, se montrant ainsi complice inconsciente de ses pires ennemis.

Lorsque les substances ajoutées à la soie sont d'origine végétale ou animale, quand leur nature est organique, elles ne résistent pas à l'action du savon bouillant, elles sont entraînées en même temps que le grès. Mais si ces matières sont inorganiques ou minérales, le décreusage est impuissant à en débarrasser la soie.

Il est vrai, que le nombre des matières minérales pouvant être employées à charger la soie est relativement limité : la fraude se préoccupe de chercher des substances résistant au décreusage, et compromettant le moins possible la couleur et le brillant de la soie décreusée, mais même dans ces conditions, l'imagination fertile des fraudeurs a su trouver des matières minérales résistant au décreusage, et laissant à la soie cuite une surcharge parfois considérable.

D'après des recherches que nous avons entreprises dans le cours de l'année 1875, toute soie chargée avec une substance minérale peut être reconnue par l'incinération. Après décreusage, on incinère un échantillon de 5 grammes de soie environ, soigneusement pesé au milligramme, en le chauffant au rouge pendant deux heures dans une capsule de porcelaine. Après refroidissement les cendres sont pesées sur une bonne balance donnant le milligramme. Le quantum de cendres obtenu, permet de décider si la soie a reçu une charge minérale.

Nous avons vu, que les cendres de la soie grège ou ouvrée, d'après les expériences de Sobrero et les déterminations de M. Francezon ne dépassaient pas $0^{gr},80$ pour 100 grammes

de matière ; nos essais ont confirmé pleinement ces résultats. Ils ont permis d'établir en outre que toute soie chargée, même avec une matière minérale très soluble dans l'eau, telle que l'azotate de sodium par exemple, donnait à l'incinération des chiffres notablement plus forts que 0,80 pour 100. Ce fait est explicable par l'intensité des propriétés absorbantes de la soie : ce textile en effet, malgré les traitements au savon bouillant, malgré les rinçages prolongés, retient toujours une certaine quantité de matière minérale qui se retrouve dans les cendres. L'incinération est donc le moyen le plus sûr de déceler les charges minérales.

Mais en opérant sur la soie décreusée, l'incinération ne permet pas de doser les matières minérales ajoutées comme charge, car la majeure partie peut avoir été entraînée par les opérations du décreusage on n'obtient par cette méthode, qu'une simple indication, demandant à être complétée par des essais quantitatifs.

Partant de ces données nous pouvons décrire sommairement la marche qui doit être employée pour la recherche des charges minérales dans une soie grège ou ouvrée.

La soie écrue, pesée à l'absolu, sera soumise à l'incinération jusqu'à ce que les cendres ne contiennent plus de parties noires : le poids de cendre obtenu ne devra pas excéder 0,85 pour 100 ; s'il est supérieur c'est que les soies ont reçu une charge minérale.

On examinera alors les cendres qualitativement et quantativement suivant les règles de l'analyse chimique. Certaines matières minérales volatiles (sels ammoniacaux, sels mercuriels) disparaissent pendant l'incinération : on doit donc les rechercher spécialement : on y parvient en faisant macérer dans 50 centilitres d'eau distillée, tiède, pendant une heure, 5 grammes de soie écrue. Dans la solution aqueuse on recherche ensuite le chlore, l'acide sulfurique, l'ammoniaque, le mercure, par les procédés usuels : il faut observer toutefois que les cendres de soie contiennent parfois, ainsi que l'a

montré M. Francezon, de petites quantités de cuivre, provenant des bassines et des tubes de vapeur employés en filature. On ne peut donc pas conclure, de la présence d'une petite quantité de cuivre, à l'existence d'une charge minérale.

Le résultat de nos recherches sur l'incinération de la soie et sur son application à la recherche de surcharges minérales dans ce textile fut communiqué au mois de décembre 1875 à M. Perret, qui était alors directeur de la Condition des soies de Lyon.

S'inspirant de nos idées, M. Perret organisa à la Condition un service d'analyse chimique des soies qui fonctionna à partir de 1877. Les analyses sont effectuées sur la demande spéciale des intéressés.

La place nous fait défaut ici pour examiner en détail tous les cas qui peuvent se présenter dans l'analyse des soies grèges ou ouvrées; en dehors des matières minérales, décelées par l'incinération, il peut être nécessaire dans certains cas, de déceler et de doser certaines matières organiques entraînées dans le décreusage, et comptées comme grès : c'est par des lavages effectués sur la soie écrue au moyen de dissolvants tels que l'eau distillée, l'alcool, l'éther, la benzine, le sulfure de carbone, qu'on arrive à isoler et à doser le sucre, le glucose, les matières grasses, les hydrocarbures solides tels que la vaseline et la paraffine, et une foule d'autres substances ajoutées frauduleusement à la soie. Nous avons voulu indiquer seulement le principe des méthodes employées; elles doivent être du reste, assez nombreuses et assez variées, pour déjouer les inventions sans limites des fraudeurs. Là, comme partout, s'est établie une lutte constante entre la falsification et le consommateur qui réclame de légitimes garanties : ce n'est que par des efforts sans cesse renouvelés, par une attention toujours en éveil, par la mise en pratique de toutes les ressources et de tous les perfectionnements de l'analyse chimique, que les conditions pourront assurer à leurs essais un

bon renom d'exactitude, et qu'elles parviendront à enrayer la fraude.

Conditionnement, décreusage, analyse chimique, telles sont en résumé les épreuves physiques et chimiques pratiquées par les conditions.

Titrage des soies. — Le complément nécessaire des épreuves de conditionnement et de décreusage est donné par des opérations mécaniques qui ont pour but d'apprécier la grosseur et la régularité des fils de soie. Ces opérations constituent l'*essai* ou le *titrage*.

Les premiers essais de titrage, d'après M. Rondot, auraient été pratiqués à Turin vers 1775; à la fin du siècle dernier, les méthodes italiennes de titrage pénétrèrent à Lyon et se généralisèrent peu à peu.

Jusqu'en 1858, l'industrie privée pratiquait seule le titrage de la soie; il était de règle, au début, que la soie employée au titrage était acquise à l'essayeur pour la rémunération de son travail.

Un décret du 25 juin 1856 autorisa la création du Bureau public de titrage annexé à la Condition des soies, mais laissa en même temps toute liberté à l'industrie privée du titrage.

Deux moyens peuvent être employés pour classer entre eux, et par rapport à une certaine unité, des fils de grosseur différente; on peut déterminer le poids d'une certaine longueur, ou inversement mesurer la longueur d'un poids conventionnel d'un fil à titrer. C'est la première méthode qui a prévalu.

Nous devons exposer brièvement ici les anciens procédés de titrage, car leurs indications perpétuées par l'usage sont encore usitées. Le titre de la soie s'exprime encore, dans bien des cas, en deniers; on prélevait autrefois, pour l'essayage, 80 fils de 120 aunes de longueur soit au total 9600 aunes. Cette longueur de fil était pesée en deniers; le chiffre obtenu représentait le titre. Un mécanicien de Turin, nommé Mathey,

construisit des appareils permettant d'opérer avec 400 aunes seulement ; le poids de cette longueur de fil était exprimé en grains. Or, comme le grain était la vingt-quatrième partie du dernier, de même que les 400 aunes employées par Mathey représentaient également la vingt-quatrième partie des 9600 aunes prélevées antérieurement, le nouveau titre se confondait avec l'ancien ; le nombre de grains pour 400 aunes correspondait évidemment au nombre de deniers pour 9600 aunes. Mais tout en acceptant le prélèvement de 400 aunes, le commerce conserva le mot de denier, représentant en réalité des grains ; de telle sorte que pendant très longtemps, le titre usuel de la soie était représenté par le poids en grains ($0^{gr},0531$), qu'on appelait deniers, d'une longueur de 400 aunes de fil ou 476 mètres.

Les inconvénients de cette nomenclature sont évidents ; on ne tarda pas à les signaler. Néanmoins, ce n'est que depuis peu d'années que des tentatives efficaces furent faites pour amener leur disparition. Des congrès internationaux se réunirent en 1873 à Vienne, à Bruxelles en 1874, puis à Turin en 1875, pour étudier la question du numérotage des fils.

Aux textiles autres que la soie, on appliqua comme base du numérotage, le principe de la longueur exprimée en mille mètres pour un kilogramme de fil ; pour la soie, au contraire, on conserva le principe d'une longueur fixe pour un poids variable. Le titre de la soie fut défini par le poids exprimé en grammes d'une longueur de dix mille mètres. Il fut convenu que le titre serait déterminé en prélevant vingt flottilles de 500 mètres, en les pesant séparément au milligramme ; la comparaison de ces vingt poids permettrait d'apprécier la régularité des fils, leur somme exprimée en grammes et fractions de gramme représentant le titre.

Malgré le progrès incontestable réalisé par cette décision, le titre du denier s'est maintenu à côté du titre nouveau ; on les fait figurer tous les deux, côte à côte, sur les bulletins de

titrage, et pour les rapporter à des longueurs à peu près égales, on exprime le titre nouveau par une longueur de 500 mètres, de telle sorte que les bulletins de titrage portent les indications suivantes :

Titre ordinaire sur 500 mètres (en grammes).
Ancien titre sur 476 mètres (en deniers)[1].

Les procédés de titrage sont à peu près les mêmes pour la soie moulinée et pour la soie grège.

Mais il est nécessaire de faire subir aux soies grèges une préparation préliminaire ; on la soumet d'abord à un dévidage analogue à celui qui sera fait au moulin. Cette opération fournit des renseignements sur la manière dont la soie se dévide ; elle est nécessitée, du reste, par le peu de ténacité de la soie grège qui ne permettrait pas de la dévider de suite sur la tavelle.

Qu'il s'agisse de soie grège ou de soie moulinée, la soie est placée sur un guindre, d'où elle s'enroule sur une tavelle mesurant exactement 1,25 de périmètre. Lorsque la tavelle munie d'un compteur de tours a accompli 400 révolutions, elle s'arrête automatiquement ; on obtient ainsi une échevette de 500 mètres dont on détermine le poids ; après 20 essais semblables, les poids additionnés donnent le titre.

Ce poids, nous l'avons vu, est exprimé sur les bulletins en grammes et en deniers. Un calcul très simple permet de trouver l'un de ces titres si l'autre est déterminé. En effet, un grain appelé denier dans l'ancien système, équivaut à 53 milligrammes et correspond à une longueur de 400 aunes ou 476 mètres.

D'autre part, le titre nouveau usuel est le poids en grammes d'une longueur de 500 mètres ; appelons T ce titre et T′ le titre ancien, on aura les relations :

[1] 1 denier usuel : 0gr,053.

$$T = \frac{T' \times 500 \times 0,053}{476} = T \times 0,0556$$

$$T' = \frac{T \times 476}{500 \times 0,053} = T \times 17,962$$

La détermination du titre est complétée par un certain nombre d'épreuves ; s'il s'agit de soies grèges, l'essayeur indique le nombre de ruptures qu'ont subies les cinq flottes essayées, pendant un dévidage de deux heures. Admettant qu'une ouvrière peut réparer 80 ruptures en une heure, il conclut de ces déterminations, au nombre de flottes ou de tavelles qu'une ouvrière peut conduire. Ce résultat figure au bulletin de titrage, sous la rubrique 20,30... 100 tavelles.

Le coefficient maximum est 100 ; il n'est applicable qu'aux soies grèges de qualité exceptionnelle.

Pour la soie grège comme pour la soie moulinée, on détermine l'élasticité et la ténacité au moyen du *sérimètre* (fig. 48). Cet appareil se compose essentiellement d'une planchette verticale portant à sa partie supérieure un ressort dynamométrique, muni d'une aiguille indicatrice se mouvant sur un cercle gradué. A 50 centimètres de l'extrémité du dynamomètre, sur la même verticale, se trouve un curseur, mobile le long d'une échelle graduée ; à l'intérieur de la planchette, peut se mouvoir un contrepoids donnant le mouvement au curseur. Ce contrepoids dépend d'un levier se terminant à l'extérieur par une tige sur laquelle il suffit d'exercer une légère pression pour que le levier laisse échapper le contrepoids et le curseur ; celui-ci s'arrête instantanément, dès que la tige abandonnée à elle-même reprend sa position initiale.

Le fil de soie attaché au dynamomètre et au curseur est passé sur cette tige ; par le fait de la tension, le levier laisse échapper le contrepoids, le brin s'allonge jusqu'au moment où, la rupture se produisant, la machine s'arrête d'elle-même. Il suffit de lire l'indication du dynamomètre pour

connaître le poids qui a déterminé la rupture. Ce poids est pris pour l'expression de la *ténacité*.

En doublant le chemin parcouru par le curseur on a l'allongement au mètre ou l'*élasticité*.

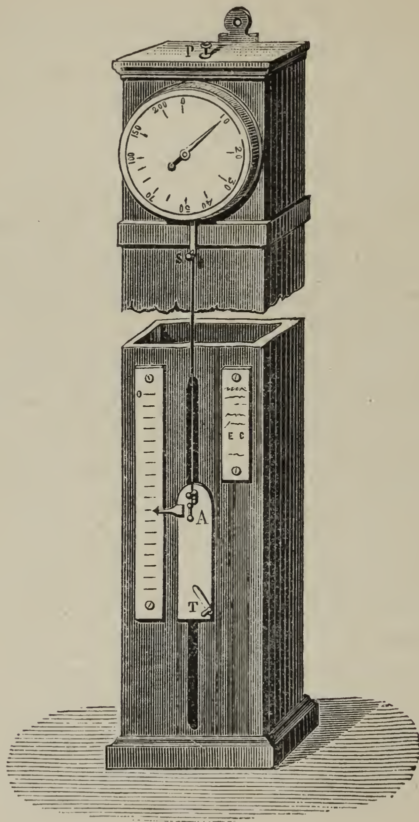


Fig. 48. — Sérimètre.

Les soies moulinées sont l'objet d'épreuves particulières ayant pour but de déterminer leur torsion ou apprêt. Le compteur d'apprêts est l'appareil qui permet d'effectuer ces mesures (fig. 49). Cet appareil se compose de deux pinces

distantes l'une de l'autre de 50 centimètres ; l'une est fixe, l'autre se relie à un compteur de tours ; on détord le fil jusqu'à ce qu'une aiguille puisse le parcourir librement dans toute sa longueur ; en doublant le chiffre donné par le régulateur, on a le nombre de tours au mètre. S'il s'agit d'organsins, on détermine d'abord le *tors*, puis on brise un fil et on procède de la même manière, en ayant soin de retordre en sens inverse : on obtient le *filage*.

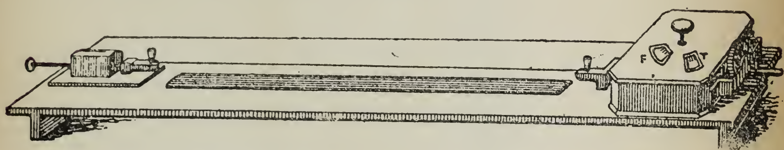


Fig. 49. — Compteur d'apprêts, d'après Pariset, *Monographie de l'industrie de la soie (Bulletin des soies et des soieries).*

Pour cette détermination, il est nécessaire de soumettre le fil au décreusage ; sans cette opération, on ne séparerait pas d'une manière convenable les fils élémentaires.

En récapitulant toutes les opérations que comporte le titrage, nous voyons que la détermination du titre, de l'élasticité, de la ténacité, permet de caractériser avec une grande exactitude les propriétés mécaniques d'une soie, sa grosseur, sa bonne confection en filature et au moulinage.

A ce point de vue, d'énormes différences se révèlent entre les soies filées en Europe et les soies grèges, de provenance asiatique. C'est ainsi que la grège commerciale employée ordinairement a pour titre :

$0^{gr},530$-$0^{gr},636$ (en grammes pour 500 mètres).
$9^{d},519$-$11^{d},423$ (en grains appelés deniers pour 500 mètres).

Et l'on ne rencontre entre les vingt flottes essayées que des écarts de 2 à 3 deniers.

Les grèges qui proviennent des contrées centrales de la Chine, du Turkestan, de la Corée, provenant de filatures

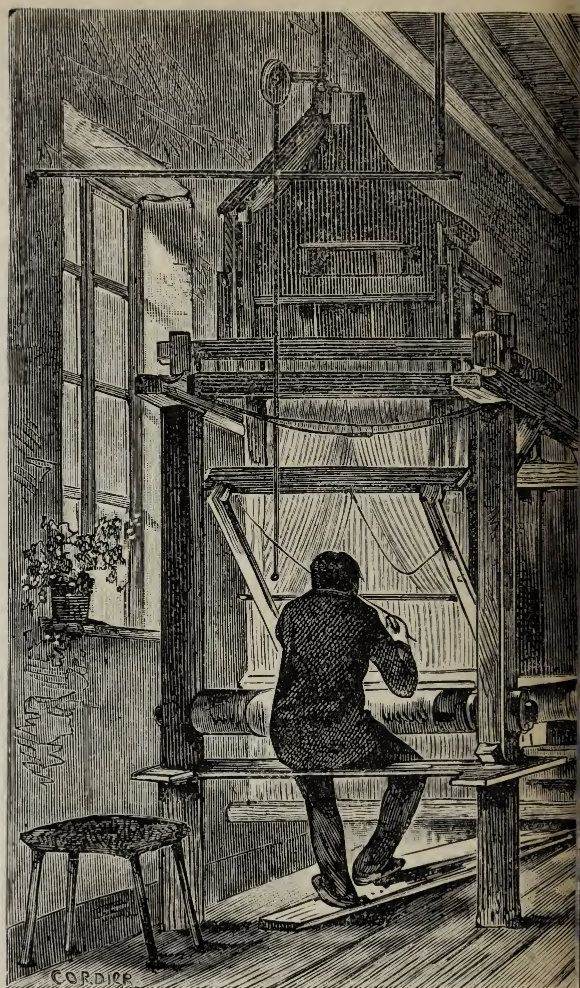


Fig. 50. — Un *canut*, ouvrier tiss



d lyonnais travaillant chez lui.

domestiques, présentent, au contraire, d'énormes variations dans le titre. Il n'est pas rare, par exemple, de trouver, dans une longueur de quelques centaines de mètres, 15 deniers et 60 deniers.

Tous ces écarts démontrent, jusqu'à l'évidence, l'importance des opérations de titrage. Par l'emploi de mesures précises et comparables entre elles, elles permettent de classer les matières premières, elles constituent en même temps un puissant stimulant pour le progrès des opérations de filature et de moulinage.

CHAPITRE III

FABRICATION DES SOIERIES

Les différents fils de soie devant servir à la confection des tissus subissent, au préalable, un certain nombre de *façons* qui ne se succèdent pas, nécessairement, dans le même ordre.

Il faut distinguer, en effet, l'état dans lequel sont livrés ces fils. Ils peuvent être enroulés sur des bobines comme les fils de déchet, et se trouver prêts à être utilisés pour le tissage. Les soies moulinées destinés à devenir la trame d'un tissu sont ordinairement reçues en flottes ; il est nécessaire, dès lors, de les transporter sur des bobines.

Avant d'être tissés, les fils sont généralement soumis à la teinture ; pourtant, certains tissus sont fabriqués avec des fils non teints. La teinture désignée, dans ce cas, sous le nom de *teinture en pièces*, est opérée ensuite sur le tissu.

Il est donc difficile de décrire méthodiquement et dans un

ordre logique, les opérations qui constituent la fabrication des tissus ; l'industrie des soieries, en effet, a atteint un tel développement, ses méthodes sont si variées et si nombreuses que nous ne pouvons décrire ici que les principales d'entre elles, dans l'ordre où elles se succèdent le plus communément. Toute règle que nous serions tenté d'établir devrait être complétée par la nomenclature d'un très grand nombre d'exceptions. Aussi, comme ce livre n'est pas un traité technique, nous ne pourrons nous appesantir que sur les traits principaux du sujet, en laissant dans l'ombre les cas particuliers.

Il faut observer d'ailleurs que, plus qu'aucune autre peut-être, la fabrication des soieries est l'objet de perfectionnements incessants. A vouloir fixer dans ses détails, un ensemble aussi modifiable et aussi mouvant, on s'exposerait à consigner des renseignements qui se trouveraient vieillis au bout de quelques mois.

Cette complexité d'éléments, cet esprit de progrès toujours en éveil qui caractérisent la fabrication des soieries, ont certainement contribué à imprimer à l'organisation du travail dans l'industrie des soieries une physionomie particulière. Le grand nombre d'opérations qu'elle comporte, le haut degré de perfection auquel chacune de ces opérations doit être portée ont produit, en somme, une spécialisation poussée à ses dernières limites. Actuellement, la fabrication des soieries est organisée de la manière suivante : le fabricant de soieries achète, comme matière première, des soies grèges qu'il fait mouliner parfois dans des usines qui lui appartiennent, mais très souvent dans des établissements autonomes.

Ces soies moulinées sont ensuite teintes et tissées dans des usines ou des ateliers spéciaux, exécutant ces travaux à façon. Cette division du travail est poussée aussi loin que possible. Toute opération, même très simple dans son principe, capable de s'isoler, telle que le dévidage, l'ourdissage, ou le tissage, alimente de petits ateliers dont l'outillage et la

main-d'œuvre dépendent exclusivement du *patron*, exécutant son travail *à façon*.

Qui ne connaît, au moins de nom, le modeste atelier du *canut* lyonnais (fig. 50, p. 210-211), possédant un ou quelques métiers à tisser ; nous renvoyons le lecteur aux pages d'une observation si vraie que M. Édouard Aynard à consacrée au tisseur lyonnais dans sa belle étude sur Lyon en 1889.

Il semble que cette organisation du travail ne soit pas en harmonie avec les principes appliqués par l'industrie moderne. Le groupement et la concentration de tous les collaborateurs sembleraient devoir amener une production à la fois homogène et plus économique ; mais il faut observer que les éléments que comporte la fabrication des soieries valent surtout par leur degré de perfection ; et il semble que dans cette industrie l'habileté professionnelle, dans tous les détails, soit le principal élément de succès. Du reste, il ne faut pas méconnaître que les principes que nous avons rappelés ont été déjà assez largement appliqués; avec le progrès de l'industrie mécanique, de grandes manufactures pour la fabrication des soies et des soieries ont été créées. Cette organisation se développe lentement à côté de l'ancienne. Dans le cours de ce chapitre, nous aurons l'occasion de les voir, tour à tour, prédominer, suivant les opérations que nous serons amené à décrire. C'est ainsi qu'un nombre assez grand de fabriques de soieries ont organisé et pratiquent elles-mêmes le moulinage de leurs soies grèges et la fabrication mécanique de leurs tissus. Les opérations de teinture, au contraire, sont presque toujours mises en œuvre dans des usines distinctes ou autonomes.

Sans nous occuper de l'organisation commerciale des opérations constituant la fabrication des soieries, nous décrirons brièvement chacune d'elles au point de vue technique.

[1] *Lyon en 1889*, introduction au *Rapport de la section d'économie sociale*, par Ed. Aynard. Lyon 1889.

Mettage en mains. — Le fabricant de soieries fait subir à celles des matières premières qu'il reçoit en flottes ou en écheveaux un triage et un classement qui porte le nom de *mettage en mains.*

Des ouvrières spéciales, appelées *metteuses en mains*, ouvrent les flottes ou écheveaux, les engagent sur une grande cheville en bois dur bien lisse, placée horizontalement devant elles, puis, les tendant avec le bras gauche, examinent avec soin les fils qui entrent dans leur composition. Ordinairement les fils sont classés, suivant leur grosseur, en trois catégories ; les flottes de même espèce sont réunies entre elles par un lien et donnent *une pantime.* Le groupement de plusieurs pantimes constitue une masse appelée *main.*

On voit, en définitive, que le mettage en mains a pour but d'accroître la régularité des fils et de former des catégories composées seulement de fils de même grosseur. L'habileté professionnelle des ouvrières exerce sur le résultat une influence prépondérante. Cette opération permet d'apprécier le degré de précision apporté dans le travail des soieries. Ces fils, en effet, provenant de cocons dévidés avec soin, ouvrés par les méthodes perfectionnées, soumis à des titrages qui révèlent parfois des différences insignifiantes, sont, néanmoins, l'objet d'un nouveau triage. Quand la soie est destinée à être teinte en flottes l'opération du mettage en mains, effectuée chez le fabricant, précède immédiatement l'envoi aux usines de teinture.

Nous avons vu que cette pratique n'était pas constante, que certaines étoffes étaient tissées d'abord, puis teintes ensuite. Néanmoins, comme la teinture de la soie est le plus communément pratiquée en flottes, l'exposé des principes sur lesquels elle s'appuie et la description de ces procédés trouve sa place après le mettage en mains.

CHAPITRE IV

TEINTURE DE LA SOIE

La teinture de la soie est une des opérations les plus importantes de l'industrie des soieries. Si on laisse dans l'ombre le côté artistique de cette industrie pour n'envisager que ses éléments techniques, on peut dire que la teinture contribue, autant que le tissage, à donner aux soieries leurs qualités précieuses : si le tissage donne la forme, la teinture fournit aux tissus leur couleur, en conservant et en portant au plus haut degré les qualités natives de la soie, le brillant, la ténacité, la souplesse.

Aussi bien, l'industrie des soieries ne peut-elle exister que par l'intime coopération du tisseur et du teinturier. La teinture des soies, à mesure qu'elle réalisait les merveilleux progrès que nous aurons à décrire, a pris un très grand développement. Elle constitue aujourd'hui une industrie très perfectionnée, presque exclusivement basée sur des principes scientifiques.

La transformation qu'a subie cette industrie depuis un siècle est fort curieuse. Autrefois, la teinture n'utilisait que es recettes empiriques que chaque praticien s'efforçait de tenir secrètes ; souvent, sous prétexte de perfectionnement, on les compliquait à plaisir. Vers le milieu du siècle dernier, Macquer publia *l'Art de la teinture en soie.* Les procédés alors en usage pour le traitement et la teinture des soies en diverses nuances sont décrits par Macquer avec beaucoup de détails.

Ils présentent tous ce caractère commun de ne mettre en œuvre que les substances d'origine naturelle, associées en très grand nombre. Chaque bain de teinture renferme une

centaine de drogues différentes ; toutes doivent posséder des « vertus particulières », des « propriétés électives ». On reconnaît la phraséologie vague de l'empirisme. La *graine de lin*, la *gomme arabique*, le *réalgar*, le *sel ammoniac*, l'*arsenic blanc*, le *sublimé corrosif*, l'*écume de sucre candi*, la *litharge d'or* et *d'argent pilé*, le *vinaigre fort* sont, indépendamment des matières colorantes naturelles, les matériaux employés par les teinturiers de soie au siècle dernier.

Un clair rayon de vérité scientifique projeté sur ce chaos a permis aujourd'hui d'asseoir sur des bases rationnelles la teinture de la soie. Des méthodes anciennes, la teinture moderne a conservé l'usage des substances actives, en éliminant celles dont l'action est inutile et pouvait même nuire au succès des opérations. Or, sur le grand nombre d'ingrédients prescrits par Macquer pour obtenir une nuance déterminée, il se trouvait souvent qu'une ou deux seulement étaient réellement utiles, alors que trente ou quarante autres devaient être supprimées.

En résumé, entre la teinture ancienne et la teinture moderne, il existe les mêmes rapports qui relient l'art empirique des alchimistes aux théories scientifiques de la chimie moderne.

De nos jours, la teinture est une des branches les plus intéressantes de la chimie appliquée. A ce titre, nous devons exposer brièvement les principes sur lesquels elle se trouve fondée. Ce que nous ne pourrons pas décrire dans les détails, c'est l'habileté consommée, l'instinct, on peut même dire la divination véritablement admirable avec laquelle les praticiens ont su utiliser ces principes. Il existe vraiment, dans la mise en pratique, à Lyon, des méthodes de la teinture de la soie, une perfection professionnelle poussée si loin, qu'elle constitue un art véritable.

Le teinturier reçoit du fabricant de soieries des soies ouvrées, en flottes, mises en mains. Chaque lot de soie est accompagné :

1° D'un petit échantillon teint devant servir de type de nuance ;

2° D'une des trois désignations suivantes: à teindre en *cru*, en *souple*, en *cuit*.

Pour expliquer le sens de ces indications, nous devons nous rappeler que la soie écrue, grège ou ouvrée se compose essentiellement de :

Fibroïne, environ.	75 pour 100
Grès ou gomme, environ.	25 —

Par une cuisson convenable avec une solution bouillante de savon, le grès entre en dissolution tandis que la fibroïne n'est pas attaquée.

On appelle *soie teinte en cru* toute soie qui n'a perdu qu'une très faible partie de son grès pendant les opérations de teinture. Les soies *souples* renferment encore 10 ou 15 0/0 de grès. Les soies *cuites* en sont complètement privées.

Chacune de ces soies possède des propriétés caractéristiques qui les rendent particulièrement aptes à la confection de tissus déterminés.

C'est ainsi que la soie crue est terne, son toucher est rude; on l'emploie dans les tissus pour leur donner de la raideur en l'utilisant de manière qu'elle ne soit pas apparente.

Les soies souples possèdent jusqu'à un certain point le brillant et la souplesse. Elles fournissent aux tissus qui la renferment de l'épaisseur et du volume.

La soie complètement décreusée, la soie *cuite*, constituée par la fibroïne presque chimiquement pure, possède au plus haut degré les qualités caractéristiques de la soie, l'*éclat*, le *brillant*, la *souplesse*.

Indépendamment des phénomènes de coloration, l'œuvre du teinturier s'exerce donc dans la préparation préliminaire de la soie, mais elle ne se borne pas à la conservation plus ou moins complète ou à l'ablation totale du grès.

Encouragés par les demandes des consommateurs désireux

de se procurer des soieries à bas prix, les fabricants font donner aux soies des *surcharges* qui, tout en conservant dans une certaine mesure à ce textile ses qualités essentielles, augmentent son poids et permettent, par suite, d'en abaisser la valeur.

Utilisant les propriétés absorbantes de la soie, les teinturiers sont arrivés à fixer sur cette matière un grand nombre de produits que nous aurons l'occasion de citer dans la suite de ce chapitre.

On arrive ainsi, dans les soies cuites, à compenser et à dépasser même notablement la perte au décreusage, et pour les soies souples et crues à obtenir des surcharges qui peuvent être, surtout pour les nuances foncées et noires, très considérables.

Pour chaque lot de soie remis au teinturier, le fabricant indique, en même temps que la nuance et le genre qu'il désire, le poids de soie teinte qui doit lui être rendu.

En résumé, l'industrie des teinturiers en flottes comprend :

1° La préparation des soies suivant le genre cru, souple ou cuit auquel elles doivent appartenir ; 2° la teinture proprement dite ; 3° le finissage.

Nous passerons en revue ces différentes opérations.

Préparation des soies pour la teinture

Suivant que la soie doit être obtenue crue, souple et cuite, elle est traitée dans des bains de composition et de température déterminée.

Les bains sont placés dans des réservoirs en bois dont les faces intérieures sont ordinairement doublées de feuilles de cuivre. Ces réservoirs ont une forme parallélipipédique allongée ; on les appelle barques (fig. 51). Un robinet d'arrivée d'eau froide sert à les remplir ; un tube de cuivre, mobile ou fixe, capable d'amener un courant de vapeur d'eau, plonge dans la barque et permet d'élever à volonté la température du bain.

Les flottes ou matteaux de soie sont engagées sur des bâtons de bois, nommés bâtons de lisse. Ces bâtons étant placés sur le rebord des barques et perpendiculairement à leur longueur, maintiennent les flottes dont la partie inférieure, sur les deux tiers de leur longueur totale environ, est immergée dans le bain. Des ouvriers manœuvrent ces bâtons, de telle sorte que toutes les parties des fils de soie soient également et uniformément soumises à l'action du bain. Leur manipulation comprend deux phases principales :

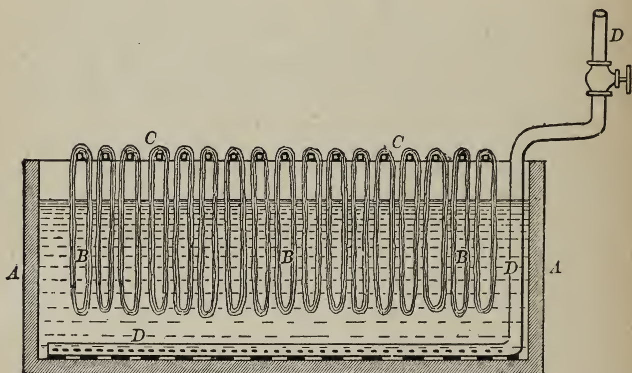


Fig. 51. — Barques pour la teinture de la soie en flottes.

A, barque ; D, tuyau amenant la vapeur ; C, bâtons de lise ; B, flottes ou écheveaux de soie.

dans la première, les flottes de soie sont saisies à leur partie supérieure, celle qui repose sur le bâton, sont tirées en l'air et ouvertes en même temps pour faciliter leur imbibition, jusqu'à ce que la partie inférieure soit en contact avec le bâton. A ce moment, l'ouvrier laisse retomber la flotte dans le bain de telle sorte que la portion reposant primitivement sur le bâton se trouve immergée. Lorsque toutes les flottes reposant sur un même bâton ont subi ce traitement, celui-ci est déplacé horizontalement et transporté vers l'extrémité libre de la barque. Tous les bâtons reçoivent un

traitement semblable et pendant toute l'opération l'ouvrier *lisse* constamment les écheveaux pour régulariser l'action du bain et la rendre parfaitement uniforme.

Les soies destinées à être teintes en *cru* sont simplement mouillées et faiblement dégraissées : on les passe d'ordinaire dans un bain tiède renfermant une petite quantité de cristaux de soude ($CO^3 Na^2$, 10 Aq) égale à 6 à 8 0/0 du poids de la soie ; après quelques lissages la soie se gonfle, se mouille et perd en même temps la petite quantité de matières grasses ou d'impuretés qu'elle pouvait contenir. L'opération ne doit pas être prolongée longtemps et la température ne doit pas atteindre 40 degrés centigrades, sans quoi la soie perdrait une portion notable de son grès et subirait un commencement de cuite. Dès que l'opération est terminée, les flottes de soie sont retirées sur les bâtons et le bain alcalin est vidé. On remplit ensuite la barque avec de l'eau, les soies sont lissées et rincées, puis on les tend et on les soumet à l'essorage pour leur enlever la plus grande partie de l'eau qu'elles retiennent.

Nous trouverons souvent cette manipulation de l'essorage dans le cours des opérations de teinture ; elle est actuellement pratiquée au moyen d'appareils fort ingénieux connus sous le nom d'essoreuses ou d'hydro-extracteurs.

Ces appareils (fig. 52-53) se composent essentiellement d'une cuve en fonte solidement fixée sur un bâti. A l'intérieur de la cuve se trouve logé un panier cylindrique en cuivre ou en fer, dont les parois sont percées de trous. Ce panier peut être animé d'un mouvement circulaire très rapide atteignant jusqu'à mille cinq cents tours par minute. La soie étant placée dans le panier, l'appareil est mis en mouvement au moyen de deux cônes à friction dont l'un est mû par une machine à vapeur. Sous l'influence de la force centrifuge, l'eau imprégnant la soie s'échappe par les trous du panier, s'accumule dans la cuve enveloppante et s'écoule de là, par une tubulure, dans une conduite d'évacuation.

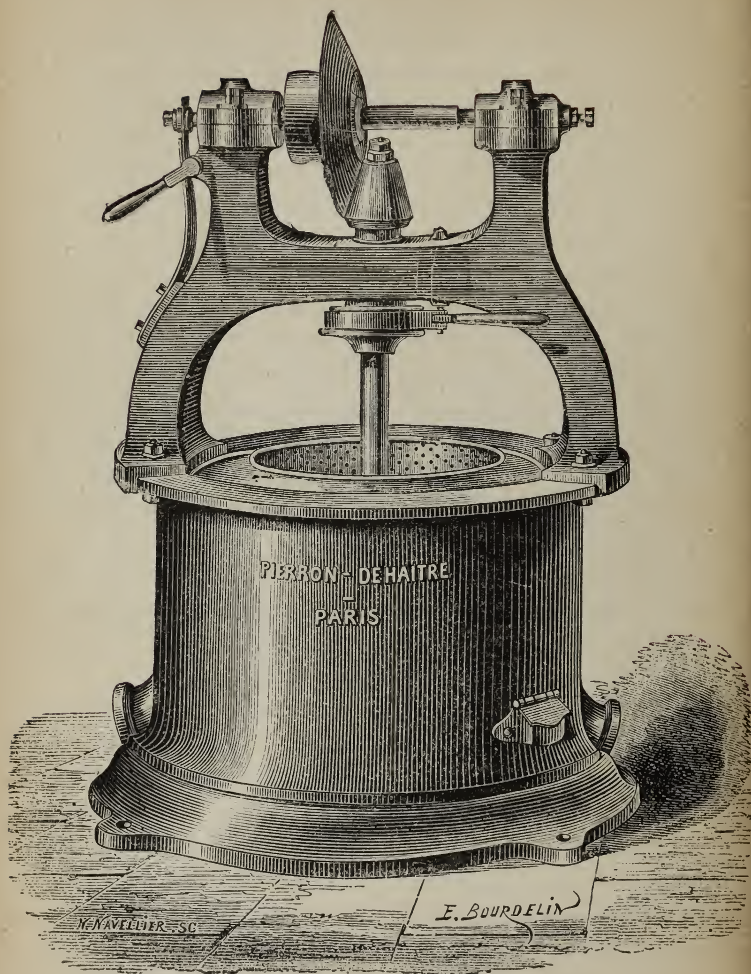


Fig. 52. — Essoreuse Dehaître commandée par courroie.

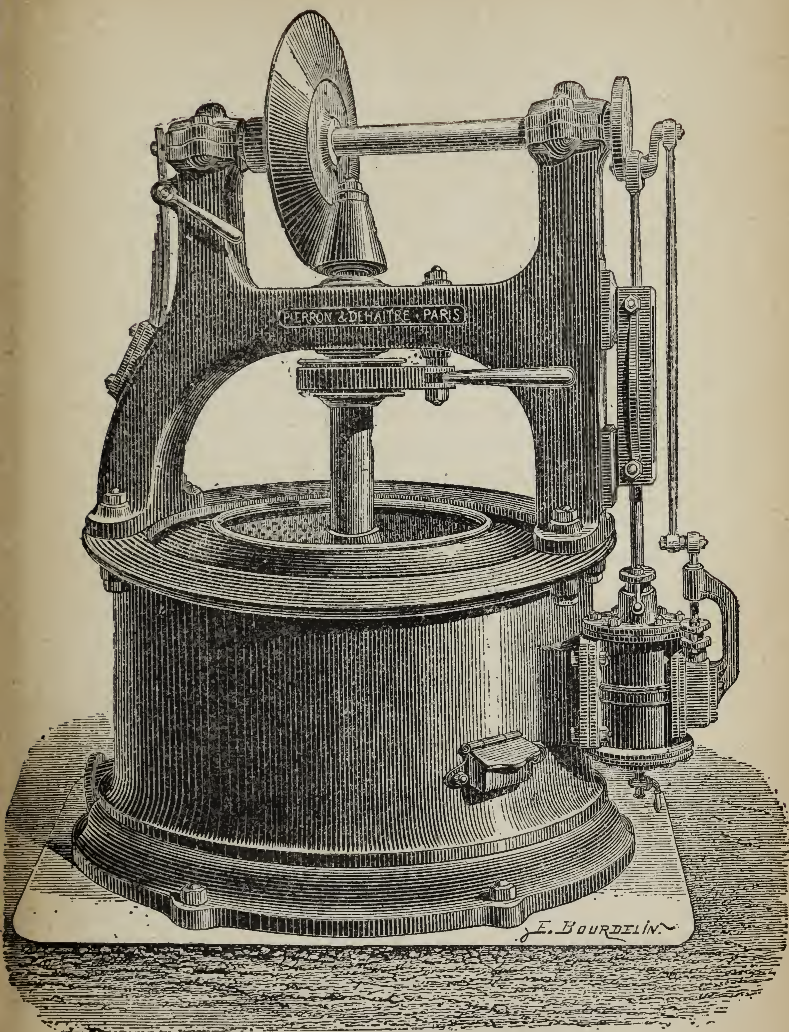


Fig. 53. — Essoreuse Dehaître avec son moteur.

Les essoreuses sont employées toutes les fois que la soie doit être séchée, et le plus souvent lorsqu'après rinçage elle doit passer d'un bain dans un autre : leur action est très efficace et très économique, au bout d'un temps très court, n'excédant pas ordinairement dix à quinze minutes la majeure partie de l'eau ou des bains imprégnant la soie se trouve expulsée : lorsque l'essorage est bien fait, la soie ne contient plus, en général, qu'un poids d'eau égal au sien, c'est-à-dire que cent parties de soie essorée renferment :

Soie.	50 parties
Eau.	50 —

Les bons résultats donnés par l'usage des essoreuses ont fait multiplier l'emploi de ces appareils dans la teinture des soies ; ils constituent certainement un des engins les plus importants de l'outillage des ateliers de teinture. Les modèles d'essoreuses sont extrêmement nombreux ; ils varient par leurs dimensions, le système de commande mécanique qui leur est appliqué, la substance des cuves et des paniers.

Les dimensions les plus usitées correspondent à des charges de soie variant de 30 à 100 kilogrammes. L'essoreuse peut porter avec elle son moteur, ou être actionnée au moyen d'une courroie mue par une poulie placée sur un arbre de transmission. Le mouvement peut être transmis par des organes installés au-dessus et au-dessous du panier : tous ces dispositifs sont également bons, ils doivent être déterminés suivant les conditions particulières d'installation des ateliers et le genre de travail auquel les essoreuses sont employées.

Lorsque les hydro-extracteurs sont destinés à essorer des soies imprégnées de solutions à réaction acide, le panier et la cuve sont plombés ou mieux encore garnis de caoutchouc ou de gutta-percha.

Après essorage, les soies destinées à être traitées en cru sont prêtes pour les opérations de la teinture proprement dite.

Les soies *souples* préparées pour la première fois en 1820, par Pons de Saint-Chamond, sont intermédiaires entre les soies crues et les soies cuites : par l'opération de l'assouplissage une partie seulement du grès de la soie se trouve enlevée, de telle sorte que les soies souples bien préparées possèdent presque la propriété des soies cuites, tout en donnant un rendement beaucoup plus considérable.

Il existe plusieurs méthodes pour assouplir les soies. L'assouplissage est pratiqué sur la soie écrue, ou sur la soie ayant déjà reçu un certain nombre d'opérations. La soie écrue, après avoir été mouillée et dégraissée dans un bain légèrement alcalin, comme si elle devait être teinte en cru, est manœuvrée ensuite dans un bain d'eau acidulée par de la crème de tartre ou de l'acide sulfureux chauffé vers 90°.

L'assouplissage s'effectue sous l'influence de la petite quantité d'acide existant dans le bain.

Mais la soie peut être assouplie aussi par l'action ménagée d'une solution de savon ; manœuvrée pendant une heure ou deux dans une solution de savon à 10 pour 100, à la température de 25 à 35 degrés centigrades, elle ne perd qu'une quantité limitée de son grès.

Quelle que soit la méthode employée, l'assouplissage est toujours une opération délicate, réclamant les soins d'un ouvrier exercé. Poussée trop loin, l'opération aboutit à des soies mal cuites, qu'on est obligé, pour les utiliser, de décreuser complètement.

Lorsque l'assouplissage est bien fait, la soie a perdu de 5 à 10 pour 100 de son poids ; le brin s'est ouvert et a subi dans ses propriétés mécaniques un certain nombre de modifications. La soie souple est moins tenace que la soie cuite, elle présente, à l'essai au sérimètre, une cassure effilée, tandis que la soie cuite casse franchement. Dans le tissage les souples se défilent facilement, et pour cette raison, on ne peut les employer que pour les trames.

Les souples préparés comme nous venons de l'indiquer,

après avoir été blanchis ou teints, sont toujours soumis au chevillage. Nous décrirons cette opération mécanique en traitant le finissage de la soie.

Les soies cuites sont obtenues par décreusage au moyen des solutions bouillantes de savon. Leur préparation est connue depuis fort longtemps, sans qu'il soit possible, faute de documents, de lui assigner une origine certaine : d'après M. Moyret, *le Teinturier parfait*, publié par Colbert en 1716, est le premier livre qui mentionne la cuite des soies; voici comment elle est décrite :

« Secret pour blanchir les soies écrues. Ayez un chaudron et mettez de belle eau claire, posez-y le feu et mettez dedans pour trois livres de soye, une livre de savon noir; cela fait, prenez un bâton qui soit net, remuez jusqu'à ce que votre savon soit dissous, puis laissez bouillir : ayez ensuite un sac de toile dans lequel mettez-y votre soye et cousez votre sac, mettez ce sac ainsi cousu dans le chaudron ou petite chaudière et laissez le bouillir une heure. »

La cuite actuelle des soies diffère fort peu des indications données par *le Teinturier modèle*; ce n'est pas que de nombreuses tentatives n'aient été faites pour remplacer le savon par d'autres substances : on a essayé successivement les carbonates alcalins, les alcalis caustiques, l'action de certains acides; en réalité, l'opinion formulée par Roard en 1801 était exacte. Aucune matière chimique ne se prête mieux que le savon en solution aqueuse bouillante, à la séparation du grès et de la fibroïne. Les praticiens ont tous reconnu cette supériorité de l'emploi du savon dans la cuite des soies; ils l'expliquent d'une manière expressive, en disant que le savon tout en décreusant la soie, la nourrit, que la soie aime le savon, etc.

La préparation des soies cuites comprend deux phases principales qui ont été décrites déjà au chapitre de l'essai des soies. Le dégommage et la cuite proprement dite

Les flottes de soie, passées sur des bâtons de lisse, sont

dégommées par leur passage dans un bain de savon bouillant. le bain renferme une quantité de savon égale au tiers du poids

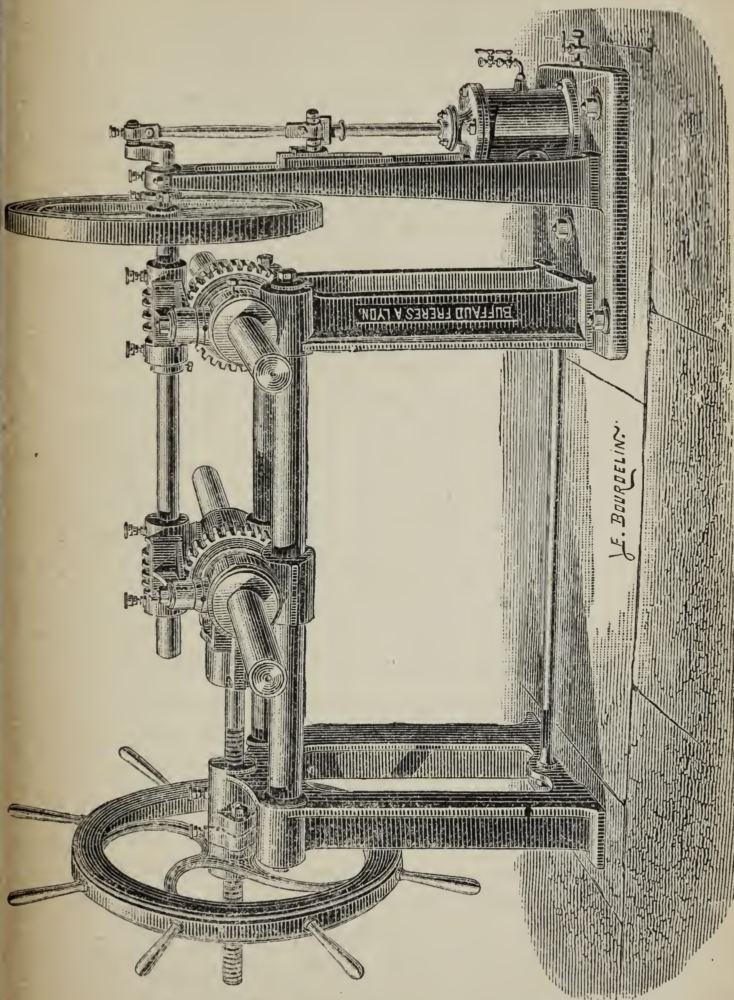


Fig. 54. — Étireuse Buffaud et Robatel.

de la soie. La température est portée à 95–100°. Les soies sont lissées pendant trente à quarante minutes, la majeure

partie de leur grès se détache entraînant la matière colorante et se dissémine dans le bain de savon partiellement dissoute, partiellement précipitée.

Pour priver complètement la soie de son grès, il est nécessaire de pratiquer la cuite. Cette opération peut être exécutée dans le bain de dégommage, en prolongeant l'action du savon bouillant ; on opère ainsi pour les couleurs foncées ou noires.

Mais si la soie est destinée à être teinte en blanc ou en nuances très claires, on la cuit dans un nouveau bain, formé avec 17 pour 100 de savon ; elle dure de deux à trois heures suivant la qualité des soies. Celles-ci sont parfois placées dans des toiles appelées poches, et le bain est alors maintenu à l'ébullition, on peut aussi placer les soies sur des bâtons, la lisser, et porter alors la température vers 95°, en évitant l'ébullition qui aurait pour inconvénient de mêler les fils.

On pratique souvent sur les soies cuites l'opération mécanique de l'étirage : à un certain moment de la cuite, lorsque le grès est sur le point de se détacher, la soie est susceptible sous l'influence d'un étirage convenable de s'allonger de 2 ou 3 pour 100, en prenant beaucoup de « brillant ».

L'étirage est effectué au moyen de machines spéciales appelées *étireuses* (fig. 54); les écheveaux de soie sont passés sur deux cylindres d'acier poli. L'opération de l'étirage est produite par la rotation des cylindres et la tension des matteaux sous l'influence d'organes métalliques convenables.

Lorsqu'elles sont cuites, les soies sont rincées avec le plus grand soin, soit à la main, soit au moyen de *machines à laver* (fig. 55) une série de manchons cannelés, percés de trous, débitant de l'eau sous pression, reçoivent les écheveaux : la machine étant en charge, les manchons reçoivent un mouvement de rotation en même temps que l'eau s'échappe par les nombreux orifices qui lui sont ménagés. Le rinçage peut donc s'effectuer ainsi d'une manière parfaitement régulière et uniforme ; toutes les parties de tous les fils de soie doivent ainsi abandonner les dernières traces de savon et de grès.

La soie cuite bien rincée est soumise à l'essorage. Au sortir de l'essoreuse elle est prête pour les opérations de la teinture : en cet état, elle présente encore une faible coloration jaune pâle. Elle possède un *éclat* et un *brillant* remarquables ; son tou-

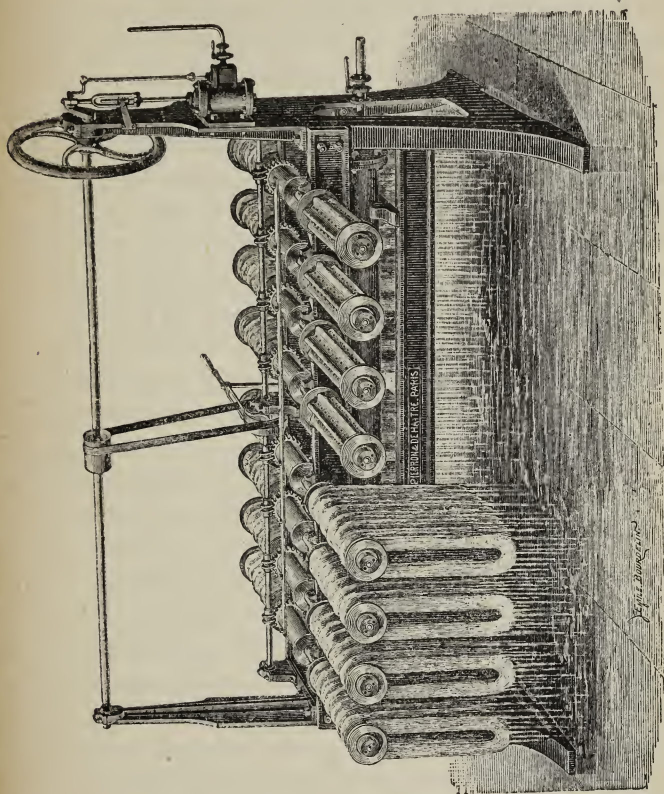


Fig. 55. — Machine à laver la soie en écheveaux, de Ferdinand Dehaître.

cher est souple, tellement caractéristique que l'adjectif *soyeux* est seul capable d'en exprimer la qualité ; quand le décreusage et le rinçage ont été faits au moyen de l'eau distillée, la soie possède une qualité toute particulière appelée *craquant*. Serrée dans la main, elle fait entendre un bruit particulier,

caractéristique ; abandonnés à eux-mêmes, les brins, en vertu de leur élasticité, reprennent leurs positions primitives.

Le craquant de la soie constitue du reste une de ses propriétés les plus caractéristiques, c'est lui qui donne aux tissus de soie leur toucher spécial ; c'est à lui qu'il faut attribuer le *frou-frou* des soieries si souvent mentionné. La cause de ce phénomène n'est pas exactement connue; on sait seulement que par immersion dans un bain à réaction acide, renfermant par exemple 1 gramme d'acide sulfurique par litre, la soie acquiert après séchage le toucher craquant ; le passage dans des bains alcalins, au contraire, rend la soie molle et la dépouille complètement de la propriété de craquer ; l'expérience peut s'exécuter un grand nombre de fois, on peut faire naître et supprimer le craquant par des passages successifs dans des bains acides et des bains alcalins. Dans le décreusage et le rinçage à l'eau distillée, il est probable que le craquant est dû à la présence d'une petite quantité d'acide gras libre, mis en liberté sous l'influence dissociante exercée sur le savon par l'eau de rinçage.

Si la soie cuite possède au plus haut degré certaines qualités particulières qui font le prix de ce textile, elle en a néanmoins perdu quelques-unes ; sa souplesse, son éclat se sont accentués, mais l'élasticité, la ténacité ont diminué.

Ces modifications sont plus ou moins consiérables, suivant que le traitement appliqué à la soie a été conduit avec plus ou moins de perfection. L'art du teinturier consiste à diminuer le moins possible l'élasticité de la soie qui lui est confiée. Cette propriété est, en effet, particulièrement précieuse, surtout pour les fils devant être employés comme chaînes. En général, la ténacité des soies conserve une valeur suffisante après les opérations de teinture, quoiqu'elle se trouve réduite de 10 à 30 pour 100.

Il n'en est pas de même de l'élasticité ; la diminution du tiers ou du quart qu'elle subit n'est pas sans nuire parfois aux opérations de tissage.

Pendant le décreusage, les soies complètement cuites subissent une perte égale à la quantité de grès qu'elles renfermaient à l'état écru ; or, de même que toutes les soies contiennent des proportions variables de grès, de même aussi leurs pertes à la cuite ne sont pas identiques ; les différences constatées sont assez considérables. On trouvera dans le tableau que nous avons donné page 199, sur les résultats des décreusages effectués à la Condition des soies de Lyon, les pertes spéciales aux principales sortes de soies grèges et ouvrées. D'une manière générale, les soies jaunes et vertes perdent davantage que les soies blanches; les soies ouvrées subissent une perte plus grande que les soies grèges correspondantes. Les pertes extrêmes ont été :

Japon blanc grège.	17,71 pour 100
Chine jaune organsin.	27,30 —

Le succès des opérations de décreusage ne tient pas seulement à la bonne exécution des différents traitements qu'il comporte, il faut encore que le savon et l'eau employée réunissent certaines conditions.

Relativement au savon, le teinturier doit faire choix d'une qualité déterminée, régler sur ce savon type les éléments de ses opérations et procéder ensuite à l'essai chimique détaillé du savon qui lui est fourni : les livraisons de savon avant d'être employées doivent avoir été reconnues conformes au type choisi. Nous ne pouvons entrer ici dans des détails qui concernent le choix d'un bon savon pour teinture ; rappelons cependant toute l'importance de la nature du corps gras employé pour la fabrication du savon ; le rapport de l'alcali aux acides gras est aussi un élément qu'il est indispensable de déterminer. L'emploi d'un corps gras de mauvaise qualité, pour la fabrication des savons, peut présenter dans la cuite des soies les plus grands inconvénients. La soie se rince mal, elle peut conserver une odeur désagréable. Il est à peu près admis que les huiles d'olive ou d'arachides, bien puri-

fiées, sont les matières premières les plus convenables pour la fabrication des savons de cuite.

Le savon ne doit pas contenir une trop forte proportion d'alcali ; son action détersive deviendrait, en effet, trop grande et, pendant les opérations de la cuite, la soie pourrait se trouver altérée. La proportion d'eau contenue dans le savon est toujours considérable ; elle doit être déterminée, non parce qu'elle peut avoir une influence sur les propriétés techniques du savon, mais parce qu'elle est liée étroitement à la question de prix ou de rendement du savon.

Nous donnons ici, comme exemple, la composition de deux savons purs :

	SAVON D'HUILE D'OLIVE PURE	SAVON D'OLIVE ET D'ARACHIDE
Eau.	33,50	34 »
Acides gras anhydres.. . . .	59,40	58,90
Soude.	6,48	6,65
Sels divers solubles.	0,42	0,45
Rapport de l'alcali ou acides gras. .	11,25	12,31

L'essai chimique du savon devra toujours être complété par des essais techniques, c'est-à-dire qu'on devra, à chaque essai de savon, réaliser le décreusage d'une petite quantité de soie comparativement avec le même poids de savon type.

Ces essais de savon ont d'autant plus d'importance que de la bonne exécution du décreusage des soies dépend en grande partie le succès des opérations de teinture. En outre, les bains de savon de cuite, nous le verrons plus tard, additionnés de matières colorantes, servent ensuite de bains de teinture. Ils sont un des éléments principaux du milieu chimique dans lequel la soie est appelée à exercer son pouvoir absorbant.

L'eau qui alimente les bains de cuite, d'assouplissage, de dégraissage, doit être l'objet d'une attention spéciale. La qualité de l'eau d'alimentation intéresse, du reste, à un degré égal toutes les opérations de la teinture. Il n'est certaine-

ment aucune industrie qui consomme, proportionnellement, une quantité d'eau plus grande et qui doive se montrer plus exigeante relativement à la composition chimique de cette eau.

L'influence de la qualité des eaux sur les résultats de la teinture est si réelle, que de tout temps les ateliers de teinture se sont établis là où ils pouvaient s'alimenter avec des eaux de source ou de rivière assurant la bonne réussite de leurs opérations. Autrefois, les qualités requises par une eau d'alimentation de teinture étaient fort mal connues ; on a résolu aujourd'hui tous les termes du problème. En réalité, l'eau doit avoir des qualités différentes, suivant les opérations de teinture auxquelles elle doit être employée.

A n'envisager que la cuite des soies, l'eau doit être aussi peu calcaire que possible et les eaux granitiques conviennent le mieux à cette opération. Des eaux calcaires forment, pendant le dégommage et la cuite, des savons calcaires insolubles dont une partie reste incorporée à la soie ; au rinçage, les eaux calcaires transforment également en savons insolubles la portion de savon alcalin retenue par la soie.

Or, la présence de ces savons insolubles qui demeurent fixés à la soie offre de nombreux inconvénients ; ils peuvent, s'ils sont abondants, lui communiquer un toucher gras, produire des taches, atténuer le brillant ; inégalement absorbés et répartis, ils tendent à modifier le pouvoir absorbant de la soie et l'empêchent de s'exercer lors des opérations de teinture, avec l'uniformité indispensable à l'obtention de nuances unies.

Il est donc très important de pouvoir disposer, pour la cuite des soies, d'eaux ne renfermant qu'une petite quantité de principes calcaires. Comme ce point intéresse à un égal degré le décreusage et la teinture des soies, nous en avons fait l'objet d'un paragraphe spécial.

De l'eau dans la teinture de la soie. — Les eaux naturelles qui alimentent les teintureries doivent être fort abon-

dantes. L'alimentation des chaudières à vapeur, la formation des bains et surtout le rinçage des soies, nécessitent la mise en œuvre de quantités d'eau très considérables. Par suite, le choix de l'eau à employer dans une teinturerie se trouve limité par cette question de quantité qui est primordiale ; on ne peut, par exemple, employer l'eau de pluie recueillie dans les citernes qui, chimiquement, serait la meilleure.

Il faut donc avoir recours à l'eau de rivière, à l'eau de source ou à l'eau de puits. Ces eaux seront d'autant plus aptes à la teinture qu'elles renfermeront une moins grande proportion de principes fixes et notamment de sels calcaires ou magnésiens.

Les sels de chaux ou de magnésie, en effet, forment avec les solutions de savon, des combinaisons insolubles qui demeurent attachées à la soie. Leur présence peut tacher, ternir la soie et la rendre moins apte à la teinture. Ils ont, en outre, l'inconvénient de consommer une quantité de savon assez considérable dont l'action se trouve annulée. Ces inconvénients sont d'autant plus graves que le savon tend à être employé de plus en plus pour toutes les opérations de la teinture ; il sert dans la cuite et les bains provenant du décreusage appelés *vieux bains de savon*, sont utilisés ensuite comme milieu pour fixer les matières colorantes sur la soie.

Il résulte de ces considérations, que l'eau alimentant une teinturerie en soie doit présenter une composition déterminée; l'expérience et la théorie ont permis de fixer dans quelles limites elle peut varier.

L'eau doit être limpide, incolore, la saveur normale ; au papier de tournesol, elle ne devra présenter ni réaction acide, ni réaction alcaline. La température devra, dans les différentes saisons, être aussi constante que possible.

Ces conditions montrent déjà que dans la grande généralité des cas, les eaux des nappes souterraines devront être préférées aux eaux de rivière ; celles-ci, en effet, ont une composition variable avec les crues, les résidus qu'elles

reçoivent ; leur température change avec les saisons. Les eaux des nappes souterraines, au contraire, qu'elles proviennent de sources ou de puits actionnés par des pompes à grand débit, ont une composition et une température beaucoup plus régulières.

Au point de vue chimique, il suffit de quelques essais très simples pour s'assurer si une eau déterminée est susceptible d'être utilisée pour la teinture de soie. Sans donner ici une marche complète qui devra être figurée dans les traités spéciaux, nous pouvons indiquer les points essentiels à observer dans ce genre de recherches.

Dans la grande majorité des cas, il suffira de mesurer le degré de dureté de l'eau. On sait ce qu'on entend par eaux dures. Ces eaux, entre autres particularités, dissolvent mal le savon ; additionnées d'une solution alcoolique de savon, elles forment d'abord des grumeaux blancs ; elles ne sont susceptibles de *mousser* que lorsqu'elles ont été mélangées à une quantité suffisante de solution savonneuse; à ce moment, tous les sels de chaux ou de magnésie existant dans l'eau ont exercé sur le savon leur action précipitante ; on conçoit donc que la valeur de solution savonneuse ajoutée puisse servir de mesure à la quantité totale de ces sels ; on détermine ainsi le *degré de dureté* de l'eau.

La connaissance du degré de dureté d'une eau permet de la classer et de la comparer à d'autres eaux dont le degré est connu. En outre, il donne directement le quantité de savon consommée pour la formation de sels gras insolubles, par les sels contenus dans l'eau.

Cette méthode si simple est usitée dans tous les pays où l'industrie de la teinture a atteint un certain développement. Malheureusement, les unités choisies comme degré de dureté ne sont pas identiques. Le degré de dureté anglais, d'après la méthode de Clarke, indique le nombre de grains [1] de car-

[1] Un grain = 0gr.,06480

bonate de calcium contenus dans un gallon[1] ou 70.000 grains de l'eau essayée ; le degré de dureté allemand est exprimé par le nombre de centigrammes de chaux (CaO) renfermé dans un litre d'eau ; en France, le degré de dureté est appelé *degré hydrotimétrique ;* un degré correspond à une quantité de $0^{gr},0114$ de chlorure de calcium fondu pur ($CaCl^2$) par litre d'eau. De telle sorte, qu'en somme :

1 degré français = 0°,56 allemand = 0°,70 anglais.

Voici comment est déterminé, dans les cas ordinaires, le degré hydrotimétrique. On se procure :

1° *(a)* Une solution de $0^{gr},25$ de chlorure de calcium pur fondu dans un litre d'eau distillée ;

2° *(b)* Une solution de 50 grammes de savon blanc de Marseille dans 800 grammes d'alcool à 90° : on filtre et on ajoute 500 grammes d'eau distillée.

D'autre part, on doit avoir un flacon cylindrique *(c)* bouché à l'émeri, de 100 centimètres cubes environ portant un trait de jauge correspondant à un volume de 40 centimètres cubes et une burette hydrotimétrique *(d)* graduée de telle façon que $2^{cc},4$ = 23 divisions. Le degré 0 de la graduation est placé à la seconde division, le volume ainsi réservé contenant la quantité nécessaire pour faire mousser 40 centimètres cubes d'eau distillée.

On ajoute peu à peu la solution *(b)* au moyen de la burette *(d)* à 40 centimètres cubes de la solution *(a)* placée dans le flacon *(c)* : on agite de temps en temps la liqueur après avoir bouché le flacon. Lorsqu'il se forme par l'agitation une mousse d'un demi-centimètre de haut, persistant au moins cinq minutes, on doit avoir employé 23 divisions de la burette, c'est-à-dire que la solution calcique doit marquer 22° hydrotimétriques. S'il n'en est pas ainsi, on modifie la composition de la liqueur de savon, en l'additionnant d'une quantité

[1] Gallon = $4^{lit.},54346$.

d'eau convenable. La liqueur savonneuse étant ainsi établie, les 22 divisions de la burette correspondent à $0^{gr},25$ de chlorure de calcium par litre d'eau ; chaque division équivaut donc à $\frac{0^{gr},25}{22} = 0^{gr},0114$ de chlorure de calcium. Le degré hydrotimétrique d'une eau déterminée est le nombre de divisions de la burette correspondant à cette solution savonneuse qu'il aura fallu employer pour faire mousser 40 centimètres cubes de cette eau.

Les degrés hydrotimétriques donnés par différentes eaux sont fort différents. Voici quelques exemples :

Eau distillée 2 fois.	0°
Eau de pluie.	3°,5
Eau de Saint-Etienne (1887).	2°
Eau du Rhône à Lyon.	15°
Eau de Seine (Ivry-Chaillot).	15°-23°
Eau d'Arcueil..	40°-53°
Eau de Belleville..	128°

En général, un degré hydrotimétrique exprime à peu près en centigrammes le poids des sels terreux qu'elle contient; ainsi une eau marquant 20 degrés hydrotimétriques, renferme par litre $0^{gr},20$ de sels calcaires ou magnésiens. Le degré hydrotimétrique indique en même temps la quantité de savon, soit $0^{gr},1$ par degré et par litre qu'elle neutralise.

Les eaux qui conviennent le mieux à la cuite des soies sont celles dont le degré hydrotimétrique est le plus faible. Ce sont celles, en effet, qui consomment le moins de savon et donnent le résultat le plus parfait. On a reconnu également que les eaux douces conviennent le mieux à la préparation des soies souples. Relativement à la teinture proprement dite, c'est une question encore controversée par les praticiens, de savoir s'il vaut mieux employer une eau douce ou une eau faiblement calcaire. Dans certaines villes, les teinturiers usent à la fois des eaux granitiques et des eaux

faiblement calcaires qu'ils emploient concurremment, suivant leurs opérations.

Il semble toutefois qu'une eau aussi douce que possible doive être préférée ; il est facile en effet d'augmenter par une addition directe, la teneur d'une eau déterminée en sels calcaires, à supposer que cette modification soit réellement avantageuse.

Si nous revenons à la classification des eaux d'après leur degré hydrotimétrique, nous trouvons qu'actuellement on les partage en trois catégories.

Au-dessous de 30°, elles sont réputées excellentes pour les usages industriels, médiocres de 30° à 60°, elles sont impropres à tout usage quand leur titre hydrotimétrique dépasse 60°.

A mesure que la teinture des soies a perfectionné ses procédés, elle s'est montrée plus exigeante pour la qualité des eaux qu'elle met en œuvre. Actuellement il est admis que le titre hydrotimétrique maximum pour une eau de bonne qualité ne doit pas dépasser 15°.

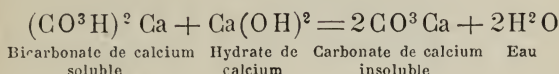
S'il est possible de rencontrer dans certaines régions des eaux naturelles présentant ce degré de pureté, les eaux de source ou de forage qui alimentent les teintureries s'en éloignent parfois dans de notables proportions.

Mais on sait que les sels de chaux, de magnésie, dont la présence surélève les degrés hydrotimétriques de certaines eaux peuvent être précipités par un traitement chimique convenable. L'épuration chimique est entrée dans la pratique industrielle, elle s'est généralisée peu à peu; grâce à elle, des eaux médiocres peuvent être rendues excellentes.

Dans la grande majorité des cas, la dureté des eaux est due à la présence du sulfate et surtout du carbonate de calcium, ce dernier sel étant dissous à la faveur d'un excès d'acide carbonique contenu dans l'eau.

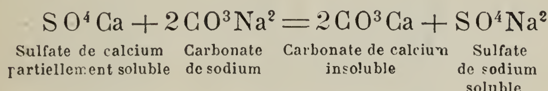
Le dégré de dureté de ces eaux peut être abaissé très notablement par l'addition d'une quantité convenable de chaux

et de carbonate de sodium; sous l'influence de la chaux, l'acide carbonique autre que celui des carbonates neutres se trouve saturé, et le carbonate de calcium n'étant plus maintenu en solution, se dépose au fond de la liqueur sous forme de précipité blanc. L'équation suivante donne la théorie de cette opération :



$$(CO^3H)^2\,Ca + Ca(OH)^2 = 2\,CO^3Ca + 2H^2O$$

De même, sous l'influence du carbonate de sodium, le sulfate de calcium donne :



$$SO^4Ca + 2\,CO^3Na^2 = 2\,CO^3Ca + SO^4Na^2$$

Un certain nombre d'autres méthodes ont été proposées pour l'épuration chimique de l'eau; quoique paraissant plus parfaites en théorie, elles sont coûteuses ou incertaines, et en définitive l'emploi de la chaux et du carbonate de sodium seuls s'est généralisé.

L'épuration peut se faire dans de simples réservoirs; leur nombre et leur volume doivent être grands, pour que les réactions aient le temps de s'effectuer ; on a trouvé le moyen d'accélérer l'opération, de réduire en même temps le volume des réservoirs, et de rendre l'opération continue par l'emploi de certains appareils. Nous citerons l'appareil Porter-Clark, et celui de Gallet et Huet, ingénieurs constructeurs à Lille.

Dans le système imaginé par MM. Gallet et Huet, l'épuration coûterait en moyenne $0^{gr},025$ par mètre cube d'eau. Le fonctionnement de l'appareil est continu, par suite du principe de sa construction, il est possible d'épurer journellement de très grandes quantités d'eau, 200 mètres cubes par exemple, avec un appareil de dimensions relativement restreintes (fig. 56).

Une des difficultés de l'épuration réside dans la détermi-

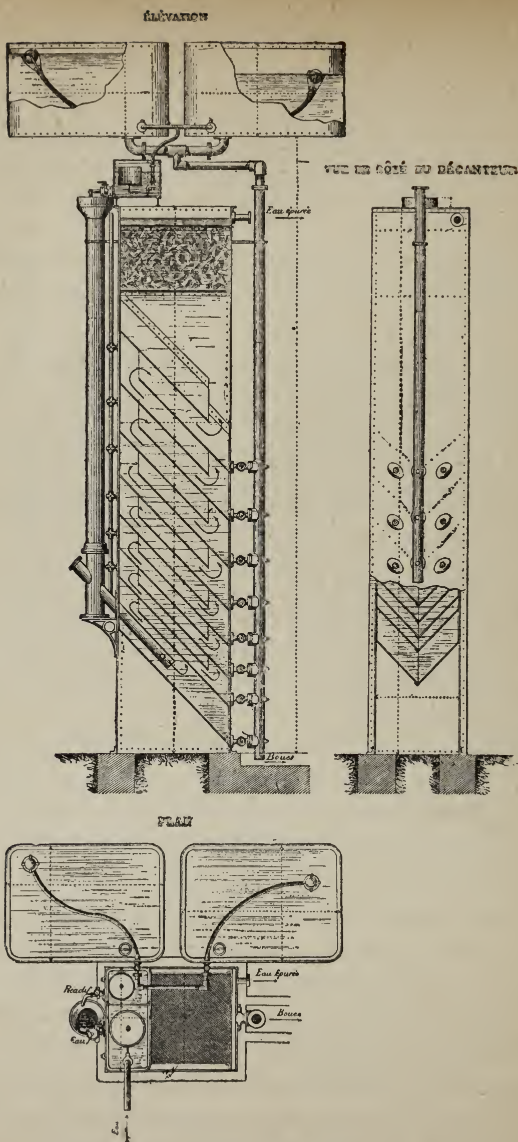


Fig. 56. — Appareil à épuration d'eau de MM. Gallet et Huet, ingénieurs constructeurs à Lille.

nation de la quantité de chaux et de carbonate de sodium à employer. Il est clair que ces substances ne doivent pas être employées en excès ; la présence d'une certaine quantité de chaux ou de carbonate de sodium libres dans l'eau traitée, présenterait en effet des inconvénients très sérieux.

La chaux et le carbonate de sodium doivent être employés en quantité théorique, et en rapports équivalents avec les matières qui doivent être éliminées à l'état insoluble. Le réglage de l'épuration semble donc comporter la connaissance complète de la composition de l'eau qui doit être traitée.

J'ai pu simplifier l'analyse des eaux industrielles devant subir l'épuration sans rien sacrifier de son exactitude[1] : l'analyse de cette méthode nous entraînerait trop loin.

Bornons-nous à indiquer que la chaux et le carbonate de sodium nécessaires à l'épuration, sont déterminés directement par deux essais successifs, en employant un indicateur coloré particulier, la phénolphtaléine. Cette détermination très rapide et très exacte peut être effectuée chaque jour par l'ouvrier chargé de l'épuration.

Tous ces perfectionnements auront évidemment pour résultat de diminuer de plus en plus l'emploi des eaux dures : économie de savon, meilleure exécution des différentes opérations que comporte la teinture de la soie, tel sera le bilan de ce progrès.

De la teinture proprement dite

Les soies préparées en cru, souples ou cuites, doivent recevoir, une nuance déterminée conforme à celle de l'échantillon type qui les accompagne.

Avant de décrire par quels procédés la soie peut être revêtue de couleurs spéciales, nous voulons exposer en quelques mots la théorie des phénomènes de coloration.

La plupart des corps que nous voyons donnent à notre

[1] *Bulletin de la Société chimique de Paris*, 1888, t. II, p. 598

cerveau, par l'intermédiaire de l'œil, des sensations spéciales que nous appelons couleurs. D'ordinaire, les corps que nous jugeons colorés ne sont pas eux-mêmes des sources de lumière, ils sont éclairés par une lumière extérieure à eux.

Les sensations de couleur qu'ils nous procurent dépendent de la nature de la source lumineuse par laquelle ils se trouvent éclairés.

Or la lumière émanée des diverses sources dont nous disposons, la lumière solaire notamment que nous appelons lumière blanche, n'est pas simple. Elle est la résultante d'un certain nombre de lumières distinctes qu'on a séparées les unes des autres.

On sait qu'en projetant sur un prisme de verre un rayon de soleil et en le recevant à sa sortie du prisme sur un écran de couleur blanche, il s'étale en une bande formée de rayons diversement colorés, appelée spectre. Ces rayons se sont séparés en vertu de leur inégale refrangibilité. Ils sont élémentaires, car on ne peut leur faire subir d'autres décompositions : leur mélange quand on le reconstitue, donne la sensation de la lumière blanche.

On a donné des noms aux sensations différentes produites par chacun ce ces rayons élémentaires en les distinguant en :

Violet, indigo, bleu, vert, jaune, orangé, rouge.

Ces sept couleurs du spectre solaire ont été prises pour types et adoptées en quelque sorte comme unités pour toutes les sensations colorées.

Pour revenir à l'objet de notre étude, considérons maintenant un écheveau de soie grège à la lumière du jour ; il sera blanc ou jaune, suivant le genre de cocons dont il provient, s'il est blanc, c'est qu'aucune de ses parties n'absorbe sensiblement la lumière qui le baigne, ou bien s'il y a absorption, c'est qu'elle a lieu sans modifier la composition élémentaire de la lumière. Les rayons réfléchis sont les mêmes que les rayons incidents. Si nous voyons l'écheveau jaune, au contraire, c'est que la soie absorbe une partie des rayons élé-

mentaires de la lumière incidente, en n'émettant plus comme rayons réfléchis que de la lumière jaune.

En somme les corps que nous jugeons colorés sont ceux qui, étant éclairés par une certaine source lumineuse, ont la propriété d'absorber une partie des rayons élémentaires émis par cette source, et de renvoyer à notre œil seulement l'autre partie. Les corps colorés ont donc la propriété de décomposer la lumière qui les baigne en éléments plus simples. C'est par le fait même de cette décomposition que nous percevons les phénomènes de coloration.

Ceux-ci nous apparaissent donc clairement comme le résultat d'une décomposition de la lumière incidente qui se trouve privée d'une manière ou d'une autre de ses éléments constitutifs.

Ce qui manque à une couleur pour qu'elle produise l'impression du blanc considéré comme lumière parfaite est appelé complément : deux couleurs sont dites complémentaires lorsque par leur superposition elles donnent du blanc. L'absence de lumière constitue le noir.

Parmi les corps visibles, un certain nombre possèdent une couleur propre ; d'autres ne présentent aucun phénomène de coloration, mais ils sont susceptibles de les acquérir par leur contact ou leur combinaison avec certaines matières colorées, capables de transmettre leur coloration. Ces derniers corps sont appelés *couleurs* ou *matières colorantes*, suivant qu'ils sont appliqués par simple juxtaposition ou par pénétration intime.

Il résulte de cette définition que les substances colorées usitées dans la peinture portent le nom de couleurs, tandis qu'on doit réserver celui de matières colorantes aux substances employées pour *teindre*, c'est-à-dire pour communiquer aux fibres textiles des colorations particulières.

Les colorations qui peuvent être communiquées à la soie par les matières colorantes sont en nombre considérable. Le mélange en différentes proportions des couleurs simples

du spectre solaire est capable de susciter en nous des sensations multiples, d'autant plus distinctes que l'œil qui les perçoit possède plus de sensibilité.

On doit à M. Chevreul des recherches remarquables sur la définition et la classification des couleurs[1]. L'illustre chimiste a formulé une méthode présentant pour l'art et l'industrie une utilité incontestable, en partant des principes suivants.

Toute matière colorée en rouge, en orangé, en jaune, en vert, en bleu et en violet, ne peut être modifiée que de quatre manières dans l'emploi qu'on en fait en peinture ou en teinture.

1° Par du blanc qui en l'éclaircissant en affaiblit l'intensité.

2° Par du noir qui en l'assombrissant en diminue l'intensité spécifique.

3° Par une certaine couleur qui en change la propriété spécifique sans la ternir.

4° Par une certaine couleur qui en change la propriété spécifique en la ternissant, de sorte que, si l'effet est maximum, il en résulte du noir ou du gris normal représenté par du noir mêlé de blanc.

Chevreul appelle :

1° *Tons* d'une couleur, les différents degrés d'intensité dont cette couleur est susceptible, suivant que la matière qui la présente est pure ou simplement mélangée de blanc ou de noir.

2° *Gamme*, l'ensemble des tons d'une même couleur.

3° *Gamme rabattue*, les gammes dont les tons clairs comme les tons foncés sont ternis par du noir.

4° *Nuance d'une couleur*, les modifications que cette couleur éprouve par l'addition d'une autre couleur qui la change sans la ternir.

Pour établir une classification rationnelle des couleurs,

[1] Chevreul, *Des Couleurs et de leurs applications aux arts industriels*, à l'aide des cercles chromatiques. Paris 1888. J.-B. Baillière.

Chevreul part des trois couleurs que les artistes appellent simples, le rouge, le jaune et le bleu; les combinant ensuite deux à deux il obtient douze couleurs binaires principales, rouge, rouge orange, orangé, orangé jaune, jaune, jaune vert, vert, vert bleu, bleu, bleu violet, violet, et violet rouge : enfin entre chacun des termes de cette série, il intercale cinq couleurs intermédiaires désignées par des numéros. L'ensemble de toutes ces couleurs forme une série de soixante-douze types, déterminé par le nom du groupe de douze auquel il appartient, et un numéro d'ordre. On a par exemple le rouge, le rouge 1..... 5, et ainsi de suite.

Avec chacun de ces soixante-douze types, Chevreul forme des gammes de vingt tons, en mélangeant avec 1/10, 2/10..... 9/10 de blanc et de noir.

Ces gammes peuvent se disposer en bandes d'une même couleur, ou bien on forme avec les vingt tons de chaque couleur, vingt cercles chromatiques comprenant chacun les soixante-douze tons correspondants des couleurs types.

En mélangeant chaque gamme avec 1/10, 2/10..... 9/10 de noir, on obtient des gammes rabattues.

En appliquant ces règles on obtient ainsi 14.400 tons et tons rabattus qui ne comprennent pas la totalité des couleurs possibles, mais une couleur donnée, si elle ne coïncide pas avec un des types peut toujurs s'encadrer entre deux types consécutifs ; on évalue alors en fractions la différence de celle-ci avec les deux tons les plus voisins.

Une couleur peut se définir nettement par l'indication du du nom de la gamme à laquelle elle appartient, le numéro de son ton, et s'il y a lieu par la fraction du noir qui la rabat. Ainsi le vert d'herbe se définit :

Jaune vert 1/10 de ton, 4/10 de rabattement.

Chevreul ne s'est pas contenté de cette classification des couleurs : il a étudié l'application des cercles chromatiques aux arts industriels. Dans des leçons professées à Lyon en 1842-1843, sur la demande de la Chambre de commerce de

cette ville, il a étudié, en outre, la théorie des effets optiques que présentent les étoffes de soie. Résumer, même très succinctement, le résultat de ces recherches, nous entraînerait trop loin. Nous devons maintenant indiquer sur quels principes particuliers s'appuie la teinture de la soie.

Il faut faire abstraction de la couleur propre de la soie ; tous les phénomènes de coloration que ce textile devra présenter seront dus exclusivement aux matières colorantes qu'elle aura fixées, en vertu de son pouvoir absorbant.

Les matières colorantes, pour être fixées sur la soie, doivent être préalablement dissoutes dans une certaine quantité d'eau : on obtient ainsi un bain de teinture. Les écheveaux de soie sont ensuite immergés dans ce bain et lissés avec soin sous l'influence d'une certaine élévation de température, en présence, parfois, de substances particulières, acides ou sels, appelées mordants; la matière colorante abandonne peu à peu le bain pour se fixer sur les soies. En résumé, la soie, en vertu de son pouvoir absorbant, attire à elle peu à peu la plus grande partie de la matière colorante dissoute dans le bain de teinture. On exprime ce fait en disant qu'elle épuise le bain.

La théorie des opérations de teinture semble donc, au premier abord, des plus simples. Elle est, en réalité, extrêmement compliquée et manque encore de bases scientifiques solidement établies.

On a prétendu que la teinture de la soie par les matières colorantes était un phénomène purement physique, assimilable à l'absorption des gaz par le charbon de bois ou à la décoloration de certains liquides par le charbon animal. La soie, véritable corps poreux, jouissant des propriétés condensatrices particulières à ces corps, attirerait à elle les matières colorantes sans contracter avec elles de véritables combinaisons.

D'autres observateurs attribuent l'absorption des matières colorantes par la soie à des phénomènes d'ordre purement

chimique. Dans les bains de teinture, les matières colorantes contracteraient avec la soie de véritables combinaisons chimiques, insolubles, prenant naissance, avec le temps, sous l'influence de l'élévation de la température du bain.

On a objecté, à l'encontre de la théorie chimique, qu'on ne constatait pas dans les phénomènes de teinture les caractères essentiels de toute combinaison, les proportions définies des corps composants et l'apparition, dans les corps composés, de propriétés nouvelles différentes de celles des composants.

La question resterait entière si des expériences récentes n'étaient venues faire pencher la balance en faveur de la théorie chimique.

M. Knecht a fait une série de teintures quantitatives avec la fuchsine, le violet méthylé et la chrysoïdine[1]. Un bain chargé avec un poids connu de ces couleurs était additionné de laine ou de soie jusqu'à complet épuisement. Dans les bains décolorés l'auteur a trouvé toujours une quantité de chlorure d'ammonium exactement équivalente à la quantité d'acide chlorhydrique contenue dans la matière colorante. Ce fait prouve que dans la teinture de la laine ou de la soie les sels des colorants basiques sont décomposés ; l'acide déplace de l'ammoniaque, provenant de la molécule complexe de la fibre animale, tandis que la base de la matière colorante s'unit à la fibre sous forme de laque colorée.

Les phénomènes de coloration, produits dans les expériences de M. Knecht, proviennent donc de réactions chimiques. D'autres recherches seraient nécessaires pour qu'il soit permis d'étendre, avec certitude, cette explication à tous les phénomènes de teinture des fibres textiles. Ce n'est qu'après avoir examiné expérimentalement un grand nombre de cas de teinture qu'il sera possible, en groupant et en dis-

[1] E. Knecht, *Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft* t. XXI, p. 556.

cutant les résultats obtenus, de dire s'ils doivent tous être attribués à des causes d'ordre chimique ou physique, et d'établir scientifiquement la théorie de la teinture.

Mais quelle que soit la nature de la force qui permet à la soie d'absorber les matières colorantes, nous devons examiner maintenant comment on réalise industriellement la teinture des soies. Nous ne pourrons, sur ce sujet, entrer dans de bien longues explications. Les méthodes de la teinture, en effet, si elles présentent un certain nombre de types d'usage général, sont essentiellement modifiables dans leurs détails. Depuis que l'emploi des matières colorantes artificielles, dont le nombre augmente pour ainsi dire chaque jour, s'est généralisé, les teinturiers modifient sans cesse leurs procédés de teinture pour les adapter aux propriétés des colorants nouveaux qui leur sont offerts. Toute description minutieuse de la marche à suivre pour teindre la soie en une nuance determinée, exacte aujourd'hui, serait exposée à être fausse dans quelques mois.

Retraçons seulement les caractères généraux des opérations tinctoriales; nous dirons qu'on les distingue en teintures directes et teintures indirectes. Dans les premières la soie, préalablement préparée, est plongée dans un bain d'eau renfermant d'ordinaire un deux-millième d'acide sulfurique ou d'acide chlorhydrique, et une quantité convenable d'une solution claire et filtrée de la matière colorante ou du mélange de matières colorantes qui doit permettre d'atteindre la nuance cherchée ; fréquemment ces bains renferment aussi les vieux bains de savon provenant de la cuite des soies. On a reconnu, en effet, que la présence du savon de cuite fournissait, avec les matières colorantes artificielles, des couleurs plus brillantes et plus uniformément réparties. La soie est lissée dans ce bain jusqu'à ce qu'elle ait atteint la nuance de l'échantillon type. La température du bain est maintenue au voisinage de l'ébullition sans l'atteindre pourtant. L'ouvrier teinturier chargé de teindre *la partie* de soie conduit son

opération de manière à imiter le plus possible le type de teinture qui lui a été remis. S'il le juge nécessaire il ajoute dans son bain une petite quantité de telle ou telle solution colorée pour en modifier la composition primitive et se tenir aussi près que possible de sa teinte type ; de temps en temps il réchauffe son bain au moyen d'un courant de vapeur pour favoriser l'absorption des matières colorantes. Suivant que la partie de soie est importante ou petite, la teinture s'exécute dans de grandes barques ou de petits chaudrons en cuivre. De temps à autre l'ouvrier essore, en les pressant entre deux ongles, quelques fils de soie, achève de les sécher dans un courant d'air chaud et on compare sa nuance à la nuance type. Lorsque la conformité est établie, il arrête son opération.

C'est vraiment merveille de constater avec quelle adresse cette conformité de nuances d'une *partie* de soie avec l'échantillon se trouve établie. L'œil de l'ouvrier teinturier acquiert une sensibilité spéciale tout à fait extraordinaire. Encore l'opération que nous venons de décrire est-elle une des plus simples parmi celles qui sont réalisées dans les ateliers de teinture.

Dans la teinture indirecte, en effet, la soie doit être préalablement *mordancée*, c'est-à-dire que pour qu'elle puisse absorber certaines matières colorantes il faut l'immerger d'abord dans des bains renfermant des tannins ou des sels métalliques. Ces substances, en raison de leur action spéciale, sont appelés *mordants*.

Les teintures directes sont opérées avec les matières colorantes artificielles. Ces matières d'une grande facilité d'application se fixent sur la soie sans l'intermédiaire de mordants, en donnant des nuances vives et brillantes. Pour les couleurs rabattues ou noires, au contraire, on emploie des bains colorés dont les matières colorantes nécessitent, pour leur fixation, l'emploi préalable de mordants.

Le complément nécessaire de cette esquisse des opérations de la teinture réside dans une étude sommaire des principaux

mordants et des matières colorantes qui constituent les matières premières des teinturiers.

Les mordants

On les emploie dans les méthodes de teinture indirecte. La soie imprégnée de leurs solutions devient apte à absorber certaines matières colorantes qu'elle serait incapable de fixer à l'état d'origine.

Les solutions de mordant doivent avoir une concentration parfaitement déterminée. La soie doit rester en contact avec les solutions pendant un temps suffisant et à la température voulue, pour que la substance active des mordants puisse se fixer uniformément dans toutes les parties de la fibre et modifier ses propriétés absorbantes d'une manière parfaitement uniforme.

La nature chimique de chaque mordant et de la matière colorante qu'il doit permettre de fixer, nécessite dans chaque cas une méthode particulière d'application qui doit être rigoureusement suivie dans tous ses détails.

Nous décrirons sommairement les principaux mordants employés dans la teinture de la soie, en mentionnant leurs modes d'application.

Mordants d'alumine. — Différents sels sont employés pour fixer de l'alumine sur la soie ; nous pourrons citer :

Le sulfate d'aluminium. . . .	$Al^2 (SO^4)^3 18 H^2O$
L'alun d'ammonium	$Al^2 (NH^4)^2 (SO^4)^4 24 H^2O$
L'alun de potassium. . . .	$Al^2 K^2 (SO4)^4 24 H^2O$
L'acétate d'aluminium. . . .	$Al^2 (C^2H^3O^2)^6$
Le sulfoacétate d'aluminium. .	$Al^2 SO^4 (C^2H^3O^2)^4$
Le sulfocyanure d'aluminium.	$Al^2 (CNS)^6$
Le chlorure d'aluminium. . .	$Al^2 Cl^6 12 H^2O$

L'alun de potassium et le sulfate d'aluminium sont les sels les plus usités. Aussi le mordançage de la soie par l'alumine porte-t-il le nom d'alunage. Cette opération peut s'effectuer avant

toute teinture ou dans le courant des opérations. Le bain d'alun ou de sulfate d'alumine doit être saturé à froid. La soie essorée est introduite dans le bain, après trois ou quatre lissages on l'y abandonne pendant plusieurs heures. L'opération se fait tout entière à froid. Les soies sont retirées du bain, égouttées et rincées modérément dans de l'eau un peu calcaire; c'est pendant le rinçage que l'alumine se fixe directement sur la soie. Les soies mordancées à l'alumine donnent, avec le campêche, une coloration rouge violacé très intense : elles acquièrent également un certain degré d'imperméabilisation.

Mordants de fer. — Ces mordants comprennent des sels de fer à divers degrés d'oxydation.

Parmi les sels ferreux on trouve :

Le sulfate ferreux.	$Fe\,SO^4\,7H^2O$ ou couperose verte
L'acétate ferreux. .	$Fe\,(C^2H^3O^2)^2$ ou pyrolignite de fer
Le nitrate. . . .	$Fe\,(NO^3)^2\,6H^2O$
Le chlorure.. . .	$Fe\,Cl^2\,4H^2O$

Tous ces mordants agissent, en général, sur les matières colorantes des bois, en brunissant les couleurs, et les amènent par des tons variés jusqu'au noir. Les matières colorantes jaunes, d'origine naturelle, donnent des tons olives avec les sels ferreux : la cochenille, le brésil, le santal, la garance et surtout le campêche et toutes les matières astringentes fournissent du noir. Leur mode d'emploi varie suivant la nature de chaque sel.

Les composés ferriques employés dans la teinture de la soie sont au nombre de quatre :

Le sulfate ferrique.	$Fe^2\,(SO^4)^3\,9\,H^2O$
Le nitrate — .	$Fe^2\,(NO^3)^6\,18\,H^2O$
L'acétate — .	$Fe^2\,(C^2H^3O^2)^6$

Il faut mentionner, enfin, une combinaison particulière connue sous le nom de *rouil* ou *rouille*. Elle est obtenue en faisant agir un mélange d'acide nitrique et d'acide sulfurique

sur le sulfate ferreux. La constitution chimique de ce corps n'est pas exactement connue. De tous les mordants de fer c'est celui qui s'emploie en quantités les plus considérables, il sert à la teinture des soies en noir.

Mordants d'étain. — Ils appartiennent à la classe des composés stanneux et des composés stanniques ; un des plus importants est le chlorure stanneux, $SnCl^2, 2H^2O$, connu dans le commerce sous le nom de sel d'étain : ce composé est employé dans la teinture en noir pour la préparation des soies fortement chargées.

Le chlorure stannique, $SnCl^4, 5H^2O$, est utilisé sous diverses formes, pour la charge des soies teintes en couleurs, blanches ou claires. On trouve ce composé sous forme de bichlorure d'étain solide, $SnCl^4, 5H^2O$, ou de solution concentrée. Dans cet état il est combiné au chlorhydrate d'ammoniaque ou au chlorure de potassium ; le composé stannique obtenu en oxydant le sel d'étain par l'acide chlorhydrique et un mélange de chlorate de potassium et de chlorate de sodium, porte le nom de *pink salt.*

Les *mordants de chrome*, d'un usage si répandu pour la teinture de la laine et du coton, ne sont que très peu employés pour la soie ; seul le bichromate de potassium ($K^2Cr^2O^7$) sert pour les marrons chargés et grands teints au cachou, ou pour les noirs au campêche dits noirs chromates. Le bichromate de potassium tend à être remplacé peu à peu par le bichromate de sodium ($Na^2Cr^2O^7, 2H^2O$).

Mordants de cuivre. — Le sulfate ($CuSO^4, 5H^2O$) est seul utilisé dans la teinture de la soie, et encore son emploi est-il limité. En général, le sulfate de cuivre revêt les matières colorantes jaunes provenant des bois de nuances olivâtres. Le campêche donne, avec le sulfate de cuivre un bleu pour teint qui convient pour terminer certains noirs.

Mordants à base de tannin. — On donne le nom de tannins à un certain nombre de principes astringents qu'on trouve dans la noix de galles, le sumac, le bois de châtai-

gnier et dans une foule d'autres produits végétaux. L'emploi des tannins dans la teinture de la soie est basé sur les propriétés suivantes :

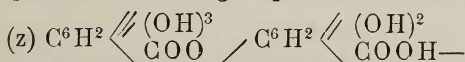
Si l'on immerge la soie dans une solution de tannin, ce textile absorbe la matière tannique avec une grande facilité. Dans une solution froide, la soie absorbe facilement une quantité de tannin égale à 15 pour 100 de son poids ; à chaud, vers 70°, et mieux encore, au voisinage de l'ébullition, l'absorption est plus rapide et plus complète ; elle atteint facilement 25 à 30 pour 100 du poids de la soie. La matière tannante forme, avec le textile, une combinaison véritable, analogue à celle qu'on trouve dans les peaux tannées. Le tannin fixé sur la soie n'est pas enlevé par des lavages à l'eau ou à l'alcool, mais les solutions bouillantes de savon enlèvent à la soie tout le tannin qu'elle contient en lui laissant une coloration plus ou moins foncée.

Les tannins se fixent également bien sur la soie écrue et sur la soie décreusée; leur absorption par la soie est tout à fait comparable à celle des matières colorantes ; on la détermine par les mêmes méthodes générales.

Par certains côtés, du reste, les tannins sont assimilables aux matières colorantes : associés aux sels ferriques, ils déterminent sur la soie des phénomènes de coloration extrêmement intenses, qui sont mis à profit dans la teinture des noirs.

En somme, les tannins sont utilisés pour charger les soies ; ils sont aussi un des éléments de la teinture en noir.

Les diverses matières tanniques employées par les teinturiers sont assez nombreuses; elles doivent toutes leur activité à la présence de l'acide tannique $C^{14}H^{10}O^{9}$, qu'on croit être identique avec l'acide digallique



sans que cette hypothèse ait été encore suffisamment démontrée.

Mais le tannin existe en des proportions très différentes dans les différentes substances astringentes utilisées en teinture. Il s'y trouve associé à un assez grand nombre de matières étrangères dont l'action sur la soie n'est pas nulle. Au point de vue technique, le teinturier doit donc considérer non seulement la richesse en tannin, mais l'action totale exercée sur la soie, au point de vue du toucher, de la souplesse, de la coloration, suivant le résultat qu'il se propose d'obtenir.

Si, par exemple, le tannin doit être employé pour charger de la soie teinte en couleur claire, on devra choisir des matières astringentes contenant le moins possible de matières colorantes; pour les soies teintes en couleurs foncées, au contraire, cette considération perdra tout intérêt, et on devra s'attacher à choisir le tannin le plus avantageux, abstraction faite de sa coloration.

Toutes les matières astringentes employées en teinture sont lessivées à l'eau, méthodiquement, jusqu'à ce que le tannin ait été en majeure partie dissous. Les décoctions sont parfois préparées dans les ateliers de teinture qui doivent les employer ; il existe aussi des fabriques spéciales dans lesquelles on prépare des extraits concentrés de tannins obtenus par évaporation des décoctions, dans le vide. Ces extraits offrent les avantages suivants : ils se conservent très longtemps, alors que les solutions étendues de tannin sont très altérables. Ils peuvent, grâce à cette propriété et par suite de leur poids réduit, supporter les frais de transport. Leur état de concentration permet aux teinturiers la préparation de bains très chargés dans lesquels la soie peut absorber très rapidement de grandes quantités de matières tannantes.

Cette facilité d'absorption pourrait effrayer nos lecteurs; nous nous empressons d'ajouter que la soie chargée avec les tannins ne perd par cette opération ni son éclat, ni sa souplesse; quand la charge est faite à froid, la soie acquiert même plus de ténacité.

Nous terminerons ce rapide exposé par la nomenclature des principaux tannins employés dans la teinture des soies. On les divise parfois en tannins bleus et en tannins verts, suivant la coloration que chacun d'eux est capable de donner avec les sels ferriques.

La plus importante des matières tanniques est la *noix de galle*, excroissance qui se forme à la surface des feuilles du *Quercus infectoria ;* sa production est due à la piqûre d'un insecte. Les noix de galle employées dans l'industrie, sont de plusieurs provenances. Les plus estimées actuellement sont les galles de chêne ; ce sont elles qui, convenablement triées, fournissent le tannin le moins coloré, pouvant être substitué ainsi, dans une certaine mesure, aux sels métalliques pour la charge des soies teintes en couleurs claires. De nombreux essais ont été faits pour décolorer complètement les extraits obtenus avec la noix de galle. La résolution de cette question marquerait un progrès extrêmement important dans la teinture, par la suppression des charges métalliques si nuisibles à la bonne conservation de la souplesse et de l'éclat des soies. Les méthodes qui ont été publiées pour atteindre ce but ne paraissent pas avoir réussi. Concurremment avec les galles de Chine, les teinturiers emploient les galles de Syrie et d'Asie-Mineure, dont les plus belles qualités sont les *vertes* ou *noires* d'Alep ; on admet qu'en moyenne une bonne galle du Levant renferme 65 pour 100 d'acide tannique.

Le *sumac* devient l'objet d'applications de plus en plus considérables dans la teinture des soies ; c'est un petit arbrisseau connu sous le nom de *Rhus coriara* et de *Rhus typhina*. On distingue, commercialement, les sumacs d'après leur provenance ; les plus estimés sont expédiés de Sicile ; ils sont livrés sous forme de poudre très grossière constituée par les débris de feuilles desséchées séparées du bois de l'arbrisseau. D'après certains auteurs, les sumacs renfermeraient de 22 à 25 pour 100 de tannin, mélangé à une petite quan-

tité de matière colorante jaune. Pour cette raison, le tannin du sumac possède, à poids égal, une valeur moindre que celui de la noix de galle. Il ne peut être employé, en effet, pour le traitement des soies teintes en couleurs claires.

L'*extrait de châtaignier* est employé presque exclusivement pour la teinture des soies en noir. C'est en 1818 que M. Michel, de Lyon, découvrit que la décoction du bois de châtaignier pouvait être substituée avantageusement, pour cet usage, aux noix de galle et au sumac. Le traitement du bois de châtaignier, pour être effectué dans des conditions économiques satisfaisantes, nécessite une organisation particulière, pleinement réalisée de nos jours. Des usines placées au centre des contrées renfermant des forêts de châtaigniers peuvent s'approvisionner largement et à peu de frais, de matières premières; en même temps, elles disposent ordinairement de chutes d'eau leur fournissant la force motrice nécessaire au découpage mécanique des bois. Les bois épuisés leur servent de combustible ; ces usines réduisent les bois en copeaux et les épuisent méthodiquement dans des autoclaves à l'abri de l'air et évaporent dans le vide les décoctions obtenues. Ils produisent ainsi des extraits de différentes concentrations et jusqu'à de l'extrait solide.

L'extrait de châtaignier renferme du tannin et aussi une assez notable fraction de matières extractives très colorées. Il est connu dans les ateliers de teinture sous le nom de *gallique*. Son emploi est très avantageux dans la teinture des noirs et il permet d'obtenir avec beaucoup d'économie de très belles nuances mettant en lumière toutes les qualités de la soie.

Les tannins que nous venons de décrire sont des tannins bleus fournissant, avec les sels de fer, des colorations ou des précipités bleus. Nous avons vu qu'il existait aussi des matières astringentes donnant, dans les mêmes conditions, des précipités très foncés à teintes verdâtres. Nous examinerons rapidement les plus importants d'entre eux.

Le *cachou* est un extrait sec, que l'on obtient en épuisant

par l'eau certains végétaux et en évaporant la solution à consistance convenable. Son origine est variable et on en distingue plusieurs sortes, suivant le pays et la plante qui le fournissent et aussi suivant la forme du produit commercial. Les principales espèces sont :

Le *cachou vrai* ou *terre du Japon*. Il s'extrait de la partie interne du bois de l'*Accacia catechu* ; on l'expédie de Singapour sous forme de pains desséchés.

Le *cachou du Bengale*, provenant de la noix d'Arec, fruit du palmier aréquier *(Arcia catechu)*, se présente en pains cubiques de 3 à 4 centimètres de côté. Il est de couleur plus claire que le cachou du Japon.

Mais le cachou le plus employé est le *cachou jaune*, connu sous le nom de *gambier*. Il est obtenu par évaporation de l'extrait des feuilles de l'*Ancaria gambir*, arbrisseau sarmenteux de la famille des Rubiacées.

Le gambier est en pain, enveloppé de nattes ; il est gommeux et élastique, difficile à couper. S'il est de bonne qualité, il ne perd pas plus de 5 à 6 pour 100 à la dessiccation et se dissout presque complètement dans l'eau bouillante.

Le cachou renferme de 36 à 54 pour 100 d'acide cachoutannique, et le reste est en grande partie formé de catéchine : ces deux substances sont les principes actifs du cachou. Employés d'abord pour la teinture des cotons en marron solide, les cachous sont devenus l'objet d'une consommation considérable pour la teinture des soies en noir.

Les matières colorantes

Les matières employées pour teindre la soie constituent, à proprement parler, les matières premières des teinturiers. Aussi, les progrès de la teinture des soies sont-ils liés de la manière la plus intime à la production et à la bonne préparation des matières colorantes.

Ces substances se divisent en deux grandes classes,

suivant leur origine : les *matières colorantes naturelles* et les *matières colorantes artificielles*[1].

Matières colorantes naturelles. — Elles sont d'origine végétale ou animale et proviennent de racines ou de certains insectes. Dans la plupart des cas, elles existent toutes formées dans ces véhicules et il suffit pour les extraire, de simples lessivages à l'eau ; parfois, elles prennent naissance sous l'influence de phénomènes chimiques très simples, comme dans les lichens d'orseille ; ces végétaux, incolores à l'état d'origine, quand on les soumet à l'influence de l'ammoniaque aqueuse en présence de l'oxygène de l'air, se colorent en rouge violacé intense et fournissent ainsi une matière colorante précieuse.

Les matières colorantes naturelles ont été jusqu'à ces dernières années seules employées à la teinture de la soie.

Depuis l'apparition des matières colorantes artificielles un certain nombre de pigments naturels ont cessé d'être employés ; quelques-uns n'ont plus qu'un intérêt historique. Sans être grand prophète, il est permis d'annoncer que toutes les matières colorantes naturelles sont destinées à être remplacées par les colorants artificiels, plus purs, mieux définis, plus faciles à employer.

La plupart des matières colorantes végétales et animales sont d'origine exotique. Le climat de l'Europe n'est pas favorable au développement des espèces qui les produisent.

Nous passerons rapidement en revue les principales d'entre elles en les classant d'après leurs nuances propres.

Matières colorantes rouges pourpres et violettes. — Le *bois de Brésil* ou *bois rouge*, comprend plusieurs variétés de bois appartenant à la famille des légumineuses et croissant aux Indes orientales, dans l'Amérique méridionale et aux Antilles. Cette matière donne avec l'eau bouillante une décoction d'un beau rouge qui était très employée autrefois pour la teinture de la soie ; mélangées avec

[1] Voy. Tassart, *Les matières colorantes et la teinture.* Paris, 1890 *(Bibliothèque des connaissances utiles).*

une solution stannique d'étain, les décoctions de bois de Brésil donnaient une liqueur appelée *physique rouge*, avec laquelle les soies étaient teintes en cramoisi ; actuellement, les matières colorantes artificielles ont remplacé le bois de Brésil.

Le *bois de santal* est fourni par le *Pterocarpus santalinus*, bel arbre des Indes orientales, de Ceylan et de la côte de Coromandel. Il n'est plus employé dans la teinture de la soie.

La *garance* ou *Rubia tinctorum* des botanistes est une plante herbacée de la famille des rubiacées. Tout le pouvoir colorant de la plante est concentré dans la racine, et le nom de garance s'applique indifféremment à la plante entière ou à la racine séchée et moulue. La garance doit son activité tinctoriale à un certain nombre de principes chimiques définis dont le principal est l'*alizarine*. Tous ces corps ont été produits synthétiquement, avec une perfection, et à un prix tel, que la culture de la garance, autrefois extrêmement importante dans le midi de la France, en Hollande et en Alsace, a complètement disparu. Au moyen de la garance, la soie, préalablement mordancée avec de l'alumine, était teinte autrefois en nuances rouges manquant de vivacité, mais possédant une solidité extrême.

La *cochenille* n'est autre chose que le corps desséché d'un petit insecte du genre hémiptère, de la famille des gallinsectes, appelé *Coccus cacti* ; les cochenilles vivent sur une espèce de cactus *(nopal)* croissant au Mexique, à l'état sauvage ou domestique. L'industrie la consommait autrefois en très grande quantité pour la teinture de la soie en cramoisi ou en ponceau, en employant comme mordants les sels d'aluminium ou d'étain.

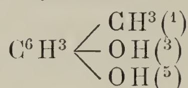
L'orseille est une matière colorante rouge violacé provenant de certains lichens appartenant au genre *Roccella*. Ces lichens qu'on rencontre sur les rochers, au bord de la mer, proviennent de Madagascar, de Zanzibar, de l'Amérique du Sud, du Mexique; ils sont incolores, mais ils jouissent de

la remarquable propriété de développer une belle couleur rouge violacé, sous la double influence de l'ammoniaque et de l'oxygène de l'air.

Ce phénomène fut découvert en l'an 1300 par un Florentin, nommé Federigo. Pendant plus d'un siècle l'Italie livra exclusivement l'orseille fabriquée avec les lichens des îles de la Méditerranée.

La coloration des lichens, sous l'influence de l'air et de l'urine putréfiée fut utilisée empiriquement pendant des siècles avant de recevoir une explication théorique. On sait aujourd'hui que les lichens tinctoriaux renferment un certain nombre de principes : érythrine, acide orsellique, acide lécanorique, capables de donner sous l'influence des alcalis, une substance appelée orcine.

L'orcine ou diméta-oxytoluène,



a été préparée synthétiquement ; abandonnée en solution aqueuse, à l'influence de l'oxygène pur ou dilué et de l'ammoniaque, elle est capable de donner deux principes, $C^{14} H^{12} N^2 O^3$, $C^{14} H^{13} NO^4$, dont le mélange constitue l'orcéine, matière colorante des lichens.

L'orseille est livrée au commerce sous trois formes : extrait d'orseille, ou mélange d'orcéine et d'eau ; orseille en herbes, mélange d'orcéine, d'eau et de lichens ; cudbeard obtenu par la pulvérisation de l'orseille en herbes desséchée.

Très employée encore dans la teinture de la laine, l'orseille était largement utilisée jusqu'à ces dernières années, pour la teinture de la soie en rouge et en marron. Pendant quelque temps même un produit obtenu avec les lichens, la *pourpre française* lutta avec les matières colorantes artificielles. Aujourd'hui, cette substance a été complètement remplacée par les colorants dérivés de la houille.

Les matières colorantes qui communiquent des nuances si

vives et si brillantes à un grand nombre de fleurs, sont extrêmement fugaces et altérables ; elles ne se rencontrent de plus, qu'en proportions très faibles; aussi leurs applications à la teinture sont-elles à peu près nulles. On n'en connaît qu'un seul cas, c'est celui du *Carthamus tinctorius*, variété de chardon, dont les fleurs renferment de 0,3 à 0,6 pour 100 d'une matière colorante rouge appelée *carthamine*. Ce colorant, qui n'est plus employé actuellement, communique à la soie de belles teintes roses extrêmement fugaces. Quelques heures d'insolation suffisent pour les détruire.

Matières colorantes jaunes et orangées. — Elles sont très nombreuses, le pigment jaune est en effet un des plus répandus dans l'organisme végétal. En ne citant que les végétaux où il est accumulé à doses assez fortes, on obtiendrait une liste très longue, dans laquelle nous mentionnerons seulement les colorants les plus employés.

La *gaude* ou *Reseda luteola* est une plante herbacée cultivée en France, en Angleterre et en Allemagne. Épuisée par l'eau bouillante, elle cède une matière colorante jaune, appelée *lutéoline*, dont la constitution chimique est encore mal connue. La gaude donne sur soie alunée des jaunes très beaux et très purs ; par l'action des sels de fer elle vire en fournissant des verts ou des olives. Les couleurs de gaude ont une solidité assez grande.

Le *bois jaune* ou *bois de Cuba* est le tronc dépouillé d'écorce d'un arbre de la famille des urticées *(Morus tinctoria)*, croissant aux Indes, dans l'Amérique du Sud et dans certaines parties de l'Amérique du Nord. Les décoctions de bois jaune sont employées pour produire sur la soie des nuances variant du brun au brun jaunâtre. On les obtient par des virages sous l'action des sels de fer ou de cuivre ; le bois jaune est employé en grande quantité pour l'obtention des couleurs rabattues et de certains noirs légers.

Quercitron. — Le produit commercial qui porte ce nom est l'écorce broyée du *Quercus tinctoria* originaire de l'A-

mérique. La culture de cet arbre a été introduite en France et en Allemagne, elle y a très bien réussi. La décoction de l'écorce du *Quercus tinctoria* renferme une matière colorante jaune, du tannin, et des matières extractives mal définies. On prépare industriellement la matière colorante du quercitron, elle est vendue sous le nom de *chryséine* et de *flavine*. Ces matières sont constituées en majeure partie par de la quercétine, ne renfermant plus de tannin. La quercétine donne avec les sels métalliques des nuances qui varient du jaune franc au vert olive.

Le *fustet* est un bois dépouillée d'écorce, provenant du *Rhus cotinus*, arbrisseau croissant en Amérique et dans les contrées méridionales de l'Europe. Le fustet traité par l'eau bouillante donne des décoctions jaune orangé, fournissant, quand on les emploie seules, des nuances sans solidité : avec les sels métalliques le fustet donne des teintes brunes et rouges orangées.

Graine de Perse. — Ce sont des baies desséchées de différentes espèces de nerpruns ou *Rhamnus*. Ces plantes croissent dans le midi de l'Europe, en Asie-Mineure, en Perse, etc. Bouillie avec de l'eau pure, la graine de Perse donne une décoction jaune brun brillante, virant sous l'influence des sels métalliques, du jaune verdâtre au vert olive.

Curcuma. — Le Produit commercial est la racine, ou plutôt la tige souterraine, pulvérisée ou non, d'une plante de la famille des scitaminées *(Curcuma tinctoria* ou *longa)*. Elle pousse à l'état sauvage aux Indes, en Chine et au Tonkin : c'est le produit du Bengale, cultivé d'une manière régulière, qui est le plus estimé.

Les décoctions de curcuma fournissent de belles teintes jaunes, qui n'ont que très peu de solidité ; avec les mordants métalliques, le curcuma donne des nuances brunes et olivâtres; on l'emploie en grande quantité pour les nuances composées, dans lesquelles le jaune entre comme élément constituant.

L'épine vinette, racine du *Berberis vulgaris*, arbrisseau croissant à l'état sauvage aux Indes et dans toute l'Europe, est d'un emploi restreint; sa décoction aqueuse permet de teindre, sans mordant, la soie en jaune paille.

Le *rocou* est préparé avec la pulpe qui entoure les fruits du *Bixa orellana*. Cet arbuste appartenant à la famille des Bixinées est exploité dans l'Amérique du Sud, au Mexique et aux Indes. Le rocou arrive en Europe sous forme de gâteaux de 5 à 8 kilogrammes, ou en pains entassés dans des fûts. Épuisé à chaud par ébullition avec une solution de carbonate de potassium, il cède toute sa matière colorante; celle-ci, est très fugace, de nuance jaune orangé : les mordants métalliques ne la modifient pas, à l'exception des sels de fer qui la brunissent.

Matières colorantes bleues et violettes. — Ce groupe ne comprend que deux matières colorantes : l'indigo et le campêche.

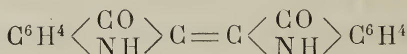
L'*indigo* est fourni par un assez grand nombre de plantes qui n'appartiennent pas toutes à la même famille. Les plus importantes sont des légumineuses du genre *Indigofera*. Ces plantes sont cultivées principalement dans l'Inde et dans l'île de Java. Lorsqu'elles sont arrivées à maturité, on les coupe avec des faucilles, puis elles sont empilées dans de grandes cuves renfermant de l'eau chaude et soumises à une sorte de fermentation. Après quelques heures on obtient un liquide jaune trouble qui est soutiré et battu à l'air. Peu à peu le liquide devient vert pâle, puis il laisse déposer les flocons bleus, qu'on recueille par décantation. Ce dépôt bleu, cuit avec de l'eau, filtré, égoutté et mis en pains cubiques est finalement séché à la température ordinaire. Ce sont ces pains qui constituent le produit commercial appelé indigo.

La matière colorante de l'indigo, en cet état, est insoluble et ne peut être employée à la teinture; on tourne cette difficulté par deux moyens : sous l'influence de certains réducteurs en présence de l'eau, l'indigo se dissout en se décolorant

(indigo blanc), il peut être fixé sur les tissus; en l'exposant à l'oxygène de l'air il reprend sa coloration et redevient insoluble : cette méthode dite teinture à la cuve n'est pas employée pour la soie.

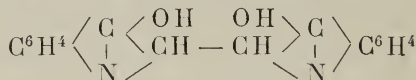
On peut aussi dissoudre l'indigo dans l'acide sulfurique concentré; on obtient ainsi des acides sulfoconjugués solubles dans l'eau, dont les sels de sodium constituent le carmin d'indigo. Ce produit est employé pour teindre la soie en bleu.

Les recherches mémorables de Baeyer ont fixé la constitution de l'indigo, et l'ont représenté par la formule figurative :



rendant compte de son mode de formation et de ses principales propriétés.

L'indigo blanc, celui des cuves, et très probablement celui qui est contenu dans le suc des plantes est :



Baeyer a préparé synthétiquement l'indigo par plusieurs méthodes qui ne laissent aucun doute sur la constitution chimique de ce corps. Jusqu'à présent les méthodes synthétiques n'ont pas permis de produire de l'indigo aussi économiquement que par la culture des plantes indigofères.

Du reste, l'emploi de l'indigo pour la teinture de la soie, a subi une grande diminution par suite de l'emploi des colorants artificiels.

Campêche. — Le bois de campêche ou bois d'Inde, bois noir, bois bleu, provient de l'*Hematoxylon campechianum* arbre épineux de la famille des légumineuses, croissant en Amérique et aux Antilles. Le bois de campêche, réduit en copeaux, cède sa matière colorante à l'eau bouillante en perdant environ 20 pour 100 de son poids : la solution obtenue

est jaune si l'eau employée est granitique, elle est violette quand l'eau est calcaire ou alcaline. La décoction de campêche donne avec les différents mordants métalliques des colorations variées, violet bleu, violet rouge, noir, qui sont utilisées dans la teinture de la soie. Le campêche s'emploie en très grande quantité, notamment pour la teinture en noir; les teintes violet foncé qu'il donne avec les mordants de fer sont largement utilisées pour la production des noirs fins : les bleus et violets faux teint, obtenus autrefois avec le campêche, se font actuellement au moyen de couleurs artificielles.

On voit que dans un grand nombre d'emplois, les matières colorantes naturelles ont dû céder le pas aux colorants artificiels. Il est à prévoir que cette substitution s'accentuera de plus en plus.

Matières colorantes artificielles. — C'est depuis une trentaine d'années seulement que la possibilité de produire artificiellement les matières colorantes a été démontrée ; on pensait, il n'y a pas encore longtemps, que les substances colorantes devaient être forcément d'origine naturelle et qu'elles pouvaient prendre naissance seulement sous l'influence de la vie végétale ou animale.

Cependant, dans le cours de ce siècle, les chimistes avaient observé à plusieurs reprises la présence de substances colorées prenant naissance dans leurs expériences, mais personne n'avait songé à les utiliser pour la teinture des tissus ; tous les expérimentateurs considérant ces matières comme des éléments négligeables, s'efforçaient, au contraire, de les éliminer pour étudier plus à l'aise ce qu'ils croyaient être le produit principal de leurs réactions.

La première matière colorante artificielle employée fut l'acide picrique. En 1849, M. Guinon, de Lyon, signalait l'application de cette matière, obtenue par la nitration des huiles lourdes de houille, à la teinture des soies. En 1856, le chimiste anglais Perkin prépara, par oxydation de l'aniline, une matière colorante violette appelée *mauvéine*. Enfin, en

1859, le chimiste lyonnais Verguin obtint par l'action du chlorure stannique anhydre sur l'aniline, une magnifique matière colorante rouge, connue actuellement sous le nom de *fuchsine*.

La découverte de Verguin fut appliquée industriellement par MM. Renard frères, teinturiers lyonnais (brevet du 8 avril 1859), puis par MM. Renard frères et Franc, de Lyon. De cette époque date réellement la création d'une industrie nouvelle. La fabrication des matières colorantes artificielles prit en peu d'années un essor véritablement prodigieux. La valeur annuelle de sa production atteignait déjà, en 1883, 115 millions de francs.

Mais ce n'est pas seulement en remplaçant très économiquement les matières colorantes naturelles, d'origine exotique et par conséquent difficiles à se procurer, de qualité irrégulière, de quantités variables suivant les récoltes, que les colorants artificiels se sont fait une aussi large place. Ils ont permis en outre d'obtenir dans la teinture des soies des effets non encore réalisés. La vivacité de leurs teintes, comparables à celles des papillons et des fleurs, a pu être communiquée à la soie. De nouveaux moyens d'expression ont été ainsi rendus possibles dans la fabrication des soieries. De nouvelles sensations provoquées par l'application des colorants artificiels ont pris naissance, et l'on a pu dire avec lyrisme, mais non sans raison, que l'industrie nouvelle avait transformé l'aspect de nos salons et de nos rues.

Actuellement, l'industrie des matières colorantes artificielles est une des plus perfectionnées qui existent. Son organisation, ses méthodes reposent sur des bases exclusivement scientifiques ; à ce point de vue, elle peut être citée comme un modèle ; aussi, aucune autre industrie n'a-t-elle fait, en aussi peu de temps, de si grands progrès, et n'est-elle organisée pour en faire autant dans l'avenir [1].

[1] Voy. Tassart, *Les Matières colorantes et la teinture*, Paris 1890, J.-B. Baillière et fils.

L'industrie des matières colorantes artificielles trouve ses matières premières dans le goudron de houille. Tout le monde sait que ce produit prend naissance, en même temps que le gaz d'éclairage, dans la distillation de la houille en vase clos ; il est séparé par les divers appareils d'épuration que le gaz doit traverser avant de se rendre aux gazomètres. Pendant longtemps, le goudron de houille était considéré comme sans valeur ; il était réputé le plus encombrant et le plus incommode des résidus d'usine ; c'est seulement depuis trente ans que le goudron a attiré l'attention des chimistes et des industriels. La découverte des matières colorantes artificielles, réclamant des matières premières dont l'existence avait été constatée dans le goudron de houille, imprima à l'étude scientifique et industrielle de ce produit un essor extrêmement rapide.

Soumis à la distillation, le goudron de houille laisse dégager un très grand nombre de corps : les uns sont gazeux et n'ont pas reçu encore d'application industrielle, les autres, liquides ou solides à la température ordinaire, peuvent être facilement condensés. Par de nouvelles distillations méthodiques, conduites à des températures déterminées au moyen d'appareils de rectification perfectionnés, il est possible de séparer ces corps en substances chimiques pures et définies. Parmi celles-là, toutes n'ont pas une importance égale ; il en est qui existent en quantités trop faibles pour être l'objet d'une exploitation industrielle avantageuse ; d'autres n'ont pas encore reçu d'application technique. Actuellement, quatre d'entre elles : la benzine, la naphtaline, l'anthracène, le phénol sont les principales matières premières employées pour la fabrication des colorants artificiels.

Dans la notation atomique, ces corps sont représentés par des formules figuratives qui résument leur mode de formation et leurs principales propriétés chimiques :

formules brutes

Benzine :  (C^6H^6)



Phénol : (C^6H^6O)

Naphtaline :  ($C^{10}H^8$)

Anthracène :  ($C^{14}H^{10}$)

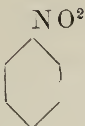
Ils appartiennent à la série aromatique, c'est-à-dire à cette branche de la chimie organique qui comprend la classe des dérivés plus ou moins directs de la benzine.

Chacun de ces corps est comme le pivot d'une série de matières colorantes artificielles. Soumises aux méthodes qui permettent de varier les modes de combinaisons des corps simples entre eux, ces substances fournissent un nombre immense de dérivés ; beaucoup d'entre eux sont des matières colorantes. La benzine, le phénol, la naphtaline, l'anthracène sont des substances incolores ; à mesure que leur molécule devient plus complexe, soit par addition, soit par substitution, et tout en gardant leur structure élémentaire, on voit apparaître peu à peu des corps colorés, capables de se transformer, par une condensation moléculaire plus considérable, en matières colorantes.

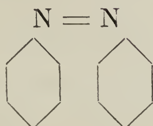
Nous ne voulons pas nous étendre sur ces considérations ; un exemple suffira pour préciser notre pensée. La benzine, liquide incolore, limpide,



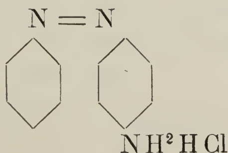
soumise à l'action de l'acide nitrique fournit la nitrobenzine.



Ce dérivé, quand il est pur, est privé de toute coloration. Si l'on soumet la nitrobenzine à l'action de certains réducteurs, elle fournit de l'azobenzol



corps magnifiquement cristallisé et coloré en rouge orangé intense. Mais l'azobenzol n'est pas une matière colorante ; pour faire naître cette propriété, il faut s'élever jusqu'à un sel d'un de ses dérivés de substitution, le chlorhydrate d'amidoazobenzol :



On a pu aller plus loin encore dans cette voie. L'apparition des propriétés colorantes elle-même suit, dans beaucoup de cas, un ordre déterminé. A mesure qu'on s'élève dans l'échelle des condensations moléculaires, on voit, en général, apparaître d'abord la coloration jaune ; l'orangé, le rouge, le violet, le bleu se montrent ensuite successivement ;

l'intensité colorante telle que la perçoit notre œil, paraissant liée à l'état de condensation de la molécule génératrice. Il serait facile de citer des séries de matières colorantes homologues dans lesquelles les propriétés colorantes se succèdent dans l'ordre que nous avons indiqué.

On conçoit, d'après les principes qui viennent d'être exposés, que le nombre de matières colorantes prévu par la théorie soit extrêmement grand ; un nombre relativement restreint d'entre elles est actuellement connu ; nous allons passer rapidement en revue les groupes chimiques principaux qui fournissent les matières colorantes employées à la teinture des soies.

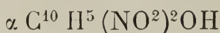
Phénols nitrés. — Cette classe comprend la première matière colorante artificielle employée dans la teinture de la soie ; c'est l'*acide picrique* ou *trinitrophénol.*



$$C^6H^2(NO^2)^3OH$$

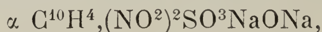
Ce produit teint la soie en jaune verdâtre.

Le *jaune de naphtol*, dinitro α-naphtol,



$$\alpha\ C^{10}\ H^5\ (NO^2)^2OH$$

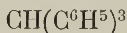
communique à la soie une couleur jaune d'or intense, assez belle, sans solidité ; il a été remplacé par le *jaune naphtol S* ou sel de sodium du dinitro-α-naphtol monosulfoné.



$$\alpha\ C^{10}H^4,(NO^2)^2SO^3NaONa,$$

qui donne des teintes jaunes assez solides.

Groupe du triphénylméthane. — Le *triphénylméthane*



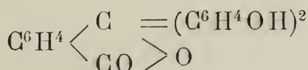
$$CH(C^6H^5)^3$$

est un carbure solide, blanc, qui s'obtient par la réaction de la benzine sur le chloroforme en présence du chlorure d'aluminium. Les produits de substitution du triphénylméthane comprennent un très grand nombre de matières colorantes et parmi celles-là se trouvent la fuchsine et tous ses dérivés.

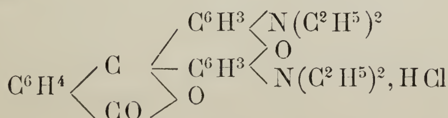
Les matières colorantes appartenant au groupe du triphénylméthane sont préparées par des méthodes indirectes au moyen de la benzine, du toluène, du phénol retiré du gou-

dron de houille. Par des réactions successives, ces corps permettent d'obtenir, en faisant intervenir des réactifs et des méthodes convenables, des matières colorantes rouges (fuchsine), violettes (violet de rosaniline, violet Hofmann, violet de Paris, violet cristallisé), bleues (bleus solubles, bleus alcalins, bleus de diphénylamine, bleu Victoria), vertes (vert méthyle, vert malachite, vert brillant, verts acides). La constitution chimique de ces matières colorantes est parfaitement connue. La plupart d'entre elles sont livrées en cristaux magnifiques ; elles possèdent en général un pouvoir colorant extraordinaire, à tel point qu'elles sont capables de communiquer une teinte très appréciable à cent mille fois leur poids d'eau.

Un groupe très important de matières colorantes se relie, par sa constitution chimique, au triphénylméthane ; c'est celui des *phtaléines*. On les obtient par une réaction générale, en faisant réagir à une température convenable les phénols substitués ou non sur l'anhydride phtalique. Le plus simple des corps de cette classe est la phénolphtaléine



dont les solutions alcalines sont colorées en rouge ; mais la phénolphtaléine n'est pas encore une matière colorante, il est nécessaire de s'élever plus haut dans l'échelle des condensations moléculaires, tout en conservant le type primitif pour donner naissance aux propriétés colorantes. C'est ainsi que la rhodamine



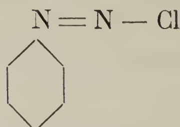
dont on pourra comparer la formule avec celle de la phénolphtaléine, est douée de propriétés colorantes remarquables.

Le groupe des phtaléines comprend toute une série de matières colorantes remarquables par l'éclat des nuances qu'elles sont capables de communiquer à la soie. Ces nuances varient du rouge jaune au rouge très violacé ; on trouve dans le groupe des phtaléines, les différentes marques d'*éosines*, le *rose bengale*, la *phloxine*, la *rodamine*.

Les *colorants azoïques*, introduits dans la teinture depuis l'année 1875, forment actuellement une des séries les plus riches des matières colorantes artificielles ; il suffira d'énoncer leur mode de production pour en comprendre toute la généralité. Tout corps organique renfermant un groupement NH^2 lié directement à un noyau benzinique



est capable de donner, sous l'influence convenablement réglée de l'acide nitreux, un corps diazoïque de la forme :



(Chlorure de diazobenzol)

D'autre part, les corps diazoïques mis en présence des phénols, des amines aromatiques, des produits de substitution de ces corps, fournissent des corps azoïques dissymétriques qui sont tous des matières colorantes.

L'application de ce principe a donné naissance à un nombre extrêmement grand de colorants azoïques. Leur fortune a été diverse ; beaucoup d'entre eux ne sont pas entrés dans la consommation parce qu'ils ne présentaient pas, au point de vue technique, d'avantages suffisants.

D'autres au contraire, remarquables par leur facilité d'application, l'extrême variété de nuances qu'ils permet-

taient d'obtenir, sont de plus en plus employés dans la teinture de le soie. Parmi ceux-là, on distingue différentes classes.

Les *couleurs amidoazoïques*, caractérisées par la présence dans leur molécule d'un groupement NH^2 qui leur donne un caractère basique, comprennent le *jaune d'aniline*, la *chrysoïdine*, le *brun de phénylène :* ces matières colorantes se fixent en bain neutre ou renfermant un peu de savon. La soie est avivée après teinture.

Les couleurs *amidoazoïques sulfonées* renferment les goupes substitués ou non, NH^2 et SO^3H ; elles ont donc à la fois un caractère basique et un caractère acide ; généralement ce dernier domine. Le *jaune acide*, le *jaune solide*, les *jaunes* de *diméthylaniline*, de *diphénylamine*, le *jaune de métanile*, la *citronine*, le *jaune indien*, appartiennent au groupe des couleurs amidoazoïques sulfonées. Il comprend aussi un groupe extrêmement important de colorants azoïques dérivés du diphényle, du ditolyle et du stilbène. Les matières principales de cette classe, le *rouge Congo*, la *benzopurpurine*, se fixent sur la soie en bain neutre ; elles sont employées surtout pour la teinture du coton, sur lequel elles se fixent directement sans l'intermédiaire d'aucun mordant.

Les matières colorantes *oxyazoïques* possèdent toutes le caractère acide. Elles sont obtenues par la réaction des dérivés diazoïques sur les phénols, et contiennent par conséquent le groupement OH. Les corps de cette série présentent des nuances jaunes, orangées, rouges, violettes et bleues. Les principales sont le *jaune de résorcine*, les *orangés de naphtol*, la *roccelline*, les *ponceaux de xylidine*, les *écarlates d'amidoazobenzol*, les *crocéines*, les *bordeaux*, les *amaranthes*, l'*azobleu*, etc.

Un certain nombre de matières colorantes artificielles ne rentrent pas dans les classes que nous avons examinées. C'est ainsi que les *safranines*, donnant sur la soie de belles nuances rouges, constituent un groupe distinct devant être rattaché

aux phénazines; l'*auramine*, matière colorante jaune basique, dérive du diphénylméthane.

L'anthracène, carbure retiré du goudron de houille, est le point de départ de la fabrication de l'*alizarine;* autrefois cette matière colorante était extraite de la garance; actuellement, presque toute l'alizarine employée en teinture est d'origine artificielle. L'*alizarine* est le type des matières colorantes qui ne peuvent être fixées sur les textiles que par l'intermédiaire de mordants, en fournissant des teintes variables avec la nature des mordants employés. A ce point de vue elle se rapproche des matières colorantes naturelles; elle offre avec elles, d'autres points de similitude; c'est la solidité des teintes qu'elle permet d'obtenir. Toutes les couleurs artificielles que nous avons examinées jusqu'ici en effet, remarquables par leur richesse colorante, l'éclat de leurs nuances, n'offrent en général, à la lumière et surtout aux lavages, qu'une solidité limitée. L'alizarine au contraire appartient à la classe des couleurs *grand teint*, résistant aux savonnages et à l'action du soleil. Les couleurs d'alizarine, employées en très grande quantité pour la teinture de la laine et du coton en rouge solide, sont peu appliquées à la soie.

De l'application des matières colorantes.

Les matières colorantes que nous venons de décrire forment, avec des colorants naturels, le savon, les tannins, les mordants, les matières premières employées pour teindre la soie et lui donner l'état physique, les qualités extérieures, la couleur, nécessités par le rôle qu'elle doit remplir dans le tissage.

Les modes d'application de ces différentes substances varient suivant les propriétés de chacune d'elles, ils se modifient sans cesse, nous l'avons vu, avec l'apparition de matières colorantes nouvelles, remplaçant les couleurs anciennes, soit parce qu'elles sont d'une application plus facile, soit

parce qu'elles donnent à moins de frais une teinte déter-

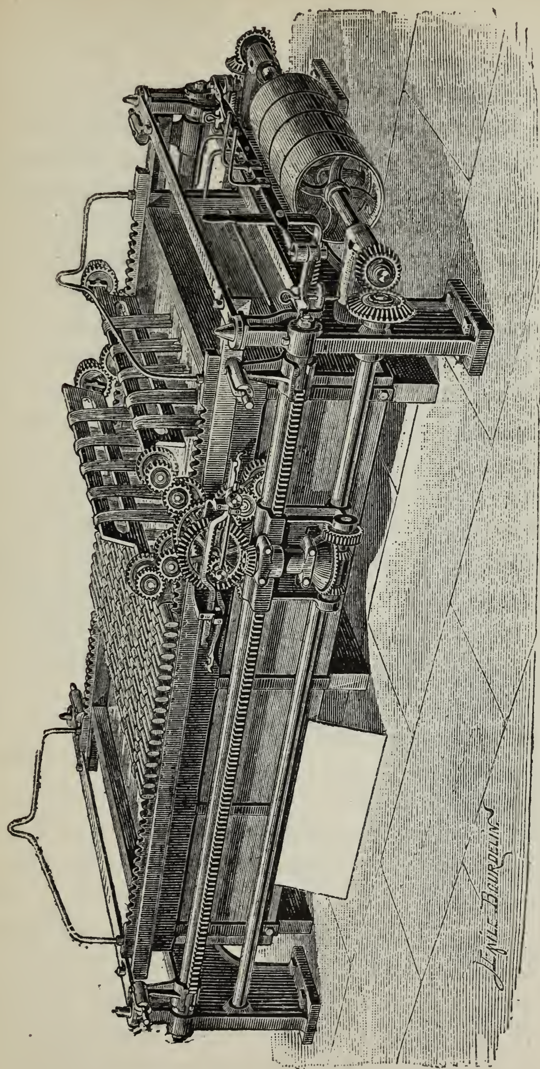


Fig. 57. — Machine à teindre en flottes, de M. Corron, de Saint-Étienne.

minée. Les matières colorantes ne sont pour ainsi dire

jamais employées seules; dans chaque bain, le teinturier associe en proportions convenables les matières colorantes, dont l'action résultante lui permet d'obtenir la nuance qu'il se propose de reproduire. Nous avons vu que, pour être teinte, la soie était plongée dans un réservoir appelé barque, contenant la dissolution de matières colorantes ou bain de teinture, et que, afin de faciliter l'absorption uniforme des matières colorantes, la soie passée sur des bâtons était constamment remuée et lissée dans le bain.

On a imaginé des machines, dans lesquelles la soie peut être lissée mécaniquement dans le bain de teinture (Corron, de Saint-Etienne, fig. 57). Il est possible ainsi, lorsqu'il s'agit de teindre en une même nuance une certaine quantité de soie, de réaliser sur la main-d'œuvre d'importantes économies.

Les opérations que comporte la teinture doivent avoir pour résultat, non seulement de préparer la soie, en genres crus, souples ou cuits, de lui donner une nuance déterminée, mais encore de développer en elle certaines qualités propres : l'élasticité, le brillant, la souplesse, et de lui conférer un état particulier qui s'apprécie par le toucher. On emploie dans ces opérations, qui constituent le *finissage* de la teinture, des moyens chimiques et des moyens mécaniques.

Les premiers consistent en l'immersion de la soie teinte dans certains bains qui parfois fixent les nuances, mais ont pour but principal de donner à la soie son toucher définitif. Cette opération porte le nom d'*avivage* : on distingue les avivages pour toucher *craquant*, et les avivages pour toucher *mou*. Ces derniers ne sont usités qu'exceptionnellement pour des soies destinées à des articles devant servir à certains apprêts, tels que le moirage ; on les obtient en passant rapidement les soies dans un bain d'eau, additionné d'un mélange à parties égales d'huile d'olive et d'acide sulfurique.

Les avivages pour toucher craquant permettent de donner à la soie ce toucher particulier qu'il est inutile de décrire. Tous les acides minéraux et organiques, mélangés

à l'eau dans de très faibles proportions (1 pour 1000 environ, pour l'acide sulfurique), ont la propriété de développer le toucher craquant dans les soies teintes.

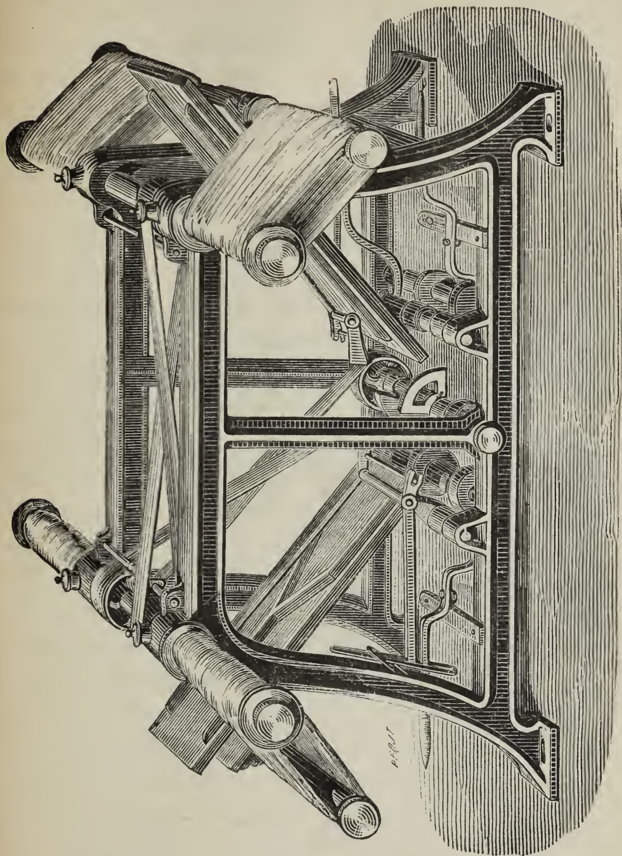


Fig. 58. — Machine double à secouer et dresser les écheveaux de soie, système César Corron (Chantiers de la Buire-, à Lyen).

Les opérations mécaniques auxquelles la soie est soumise, soit après les opérations de teinture proprement dites, soit même dans certains cas au cours de ces opérations, sont de plusieurs sortes :

C'est d'abord le *secouage*. Les flottes de soie, passées sur un gros bâton lisse, fixé horizontalement dans un mur, sont

étirées, secouées uniformément, au moyen d'un autre bâton

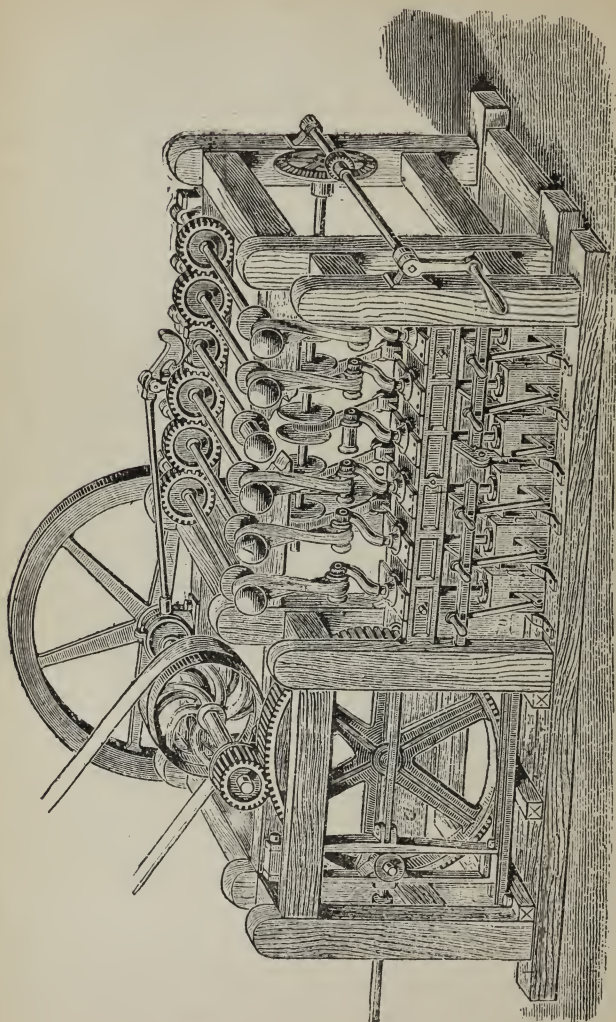


Fig. 59. — Chevilleuse.

mobile et libre, manœuvré à la main. Dans les grands ateliers de teinture, cette opération s'effectue mécaniquement (fig. 58).

Par le secouage, les fils s'étirent également, deviennent parallèles, et les flottes prennent un aspect uniforme.

Le *chevillage* consiste à tordre fortement sur elles-mêmes les flottes de soie, après teinture; il contribue à donner à la soie un aspect brillant, et présente une importance spéciale dans le traitement des soies souples. Le chevillage peut s'exécuter manuellement, mais il s'effectue avec beaucoup plus de régularité par les moyens mécaniques (fig. 59).

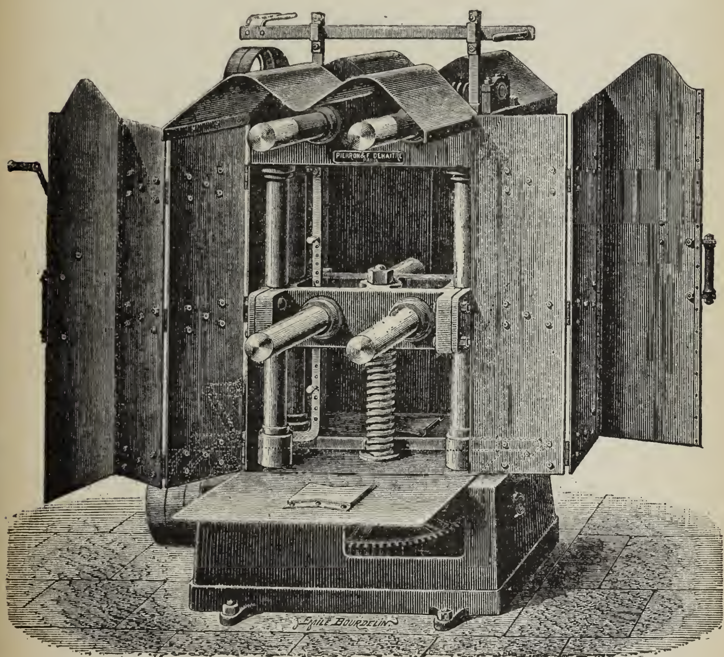


FIG. 60. — Étireuse lustreuse (Fernand Dehaître, constructeur à Paris).

Le *lustrage* de la soie a pour but de développer au plus haut degré possible l'éclat et le brillant particulier à ce textile. Pour lustrer les soies, on les étire par l'action de deux cylindres à rotation lente, sur lesquels sont engagés les

écheveaux (fig. 60). L'opération s'effectue dans un compartiment clos, dans lequel on introduit de la vapeur d'eau à faible pression. Finalement les soies sont séchées dans des chambres chauffées, appelées séchoirs, à l'abri des poussières et de la lumière.

C'est en utilisant les méthodes chimiques qui viennent d'être décrites que le teinturier donne à la soie en même temps que ses propriétés physiques définitives la teinte qui lui est demandée par le fabricant ; nous ne pouvons, malgré tout l'intérêt d'une pareille description, entrer plus avant dans le détail des opérations de teinture. Il nous faudrait passer en revue la teinture en blanc pour les différents genres et examiner la question si importante du blanchiment des soies, la décoloration des soies sauvages, décrire la teinture en couleurs, la teinture en noirs, si importante et si variée dans ses effets; mais de tels sujets ne peuvent être abordés avec quelque intérêt, qu'en entrant dans des détails dont le développement nous entraînerait hors de notre cadre.

Teinture en pièces

Il semble indispensable pourtant avant de terminer, ce qui est relatif à la teinture de la soie, de dire quelques mots d'un mode de teinture qui est appliqué, non à la soie en écheveaux ou en flottes comme nous l'avons vu jusqu'ici, mais à la soie dite en pièces, c'est-à-dire tissée. Depuis quelques années, ce genre de teinture a reçu de grands développements ; il s'exécute aujourd'hui avec beaucoup de perfection.

On a reconnu, en effet, l'avantage qu'il y avait pour certaines étoffes, à les tisser d'abord et à les teindre ensuite. Par cette manière de procéder, tel brin qui ne supporterait pas les efforts du tissage, une fois décreusé et soumis aux opérations réitérées de la teinture, se tisse au contraire facilement à l'état écru, et peut être teint ensuite sans difficulté.

Tel est le cas de tissus très légers, tels que les crêpes et les crêpes de Chine. Il en est de même des tissus obtenus avec des matières à bas prix, peu résistantes.

La teinture en pièces permet en outre de livrer très rapidement, prêtes à être vendues, des pièces préalablement tissées en écru, qu'on revêt ensuite des couleurs et des apprêts réclamés par la consommation.

La teinture en pièces s'effectue sur des tissus de diverses natures, formés de soie pure ou mélangée de laine et de coton. La soie forme presque toujours la chaîne dans les étoffes mixtes.

Le teinturier en pièces doit résoudre des difficultés toutes spéciales résultant de la composition des tissus qu'il doit teindre. Il n'a pas à se préoccuper des genres crus ou souples, il est vrai, la soie est toujours cuite et complètement décreusée avant d'être teinte, mais il doit obtenir des nuances parfaitement unies et régulières, sans *marbrures* ni *vergures*, ce qui n'est pas sans présenter de sérieuses difficultés. En outre, la présence de textiles de nature différente, devant être teints souvent en nuances uniformes, complique beaucoup ce problème. Si la soie et la laine se comportent à peu près de même vis-à-vis des matières colorantes, le coton a des propriétés absorbantes toutes différentes de celles des textiles d'origine animale. En général, il n'absorbe les matières colorantes que par l'intermédiaire des mordants. La découverte des matières colorantes artificielles dérivées du diphényle et du ditolyle, se fixant sans mordant sur le coton et servant de mordant pour d'autres matières colorantes, a beaucoup contribué, il est vrai, à faciliter la teinture des pièces soie et coton. Néanmoins, la bonne exécution de la teinture en pièces nécessite une connaissance approfondie des matières colorantes et des mordants. On a obtenu, parfois, des effets curieux en utilisant les propriétés absorbantes différentes de la soie et du coton convenablement mordancés sur certaines matières colorantes ; il a été possible de préparer

des tissus dont chaque face, formée l'une de soie, l'autre de coton, était revêtue à la teinture de couleurs différentes.

Néanmoins, la teinture en pièces comporte l'usage de méthodes générales que nous avons décrites à propos de la einture en flottes. Elles doivent être complétées, dans le cas

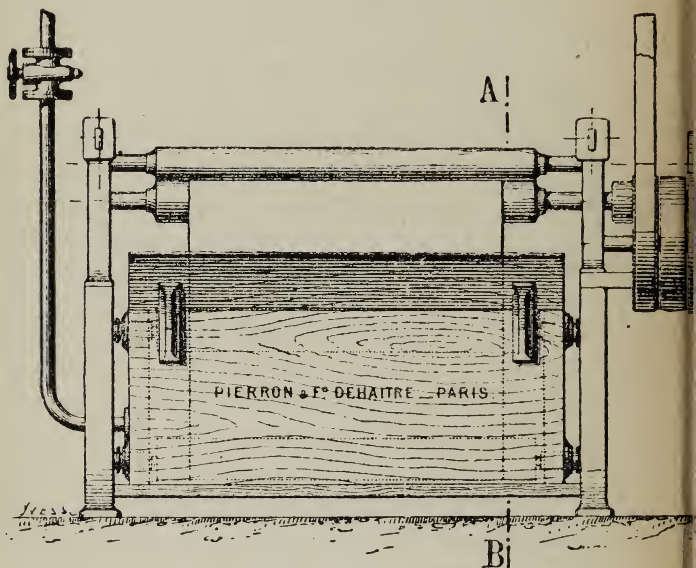
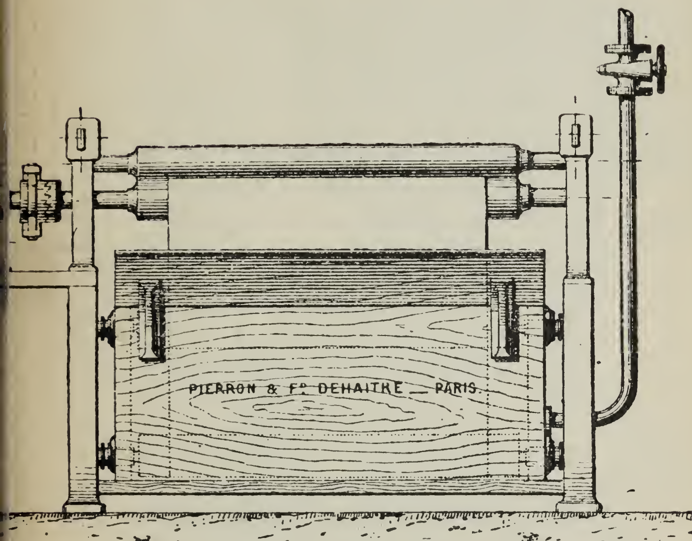


Fig. 61. — Barques accouplées pour le décreusag

des tissus mixtes, par l'appropriation de ces méthodes aux propriétés absorbantes du coton et de la laine. Ce qui diffère le plus dans les deux modes de teinture, c'est le matériel : pour réaliser les mêmes effets, il doit être modifié suivant la forme des textiles qu'il est appelé à manœuvrer. Dans toutes les opérations, teinture, lavage, séchage, les pièces doivent être

étalées pour éviter les marbrures et les défauts d'uniformité. On arrive à ce résultat par des dispositifs assez simples dont il est facile de se faire une idée (les figures 61 et 62 représentent des modèles de barques employées pour la teinture en pièces).

La teinture de la soie en pièces a rompu l'ordre logique



… pièces (Fernand Dehaître, constructeur à Paris.

dans lequel doit être décrite la fabrication des soieries. Revenant en arrière, nous devons maintenant reprendre les soies en flottes.

Avant d'être rendues elles sont reconnues, c'est-à-dire vérifiées au point de vue de l'exécution de la teinture, conformément aux indications et au type du fabricant et remises

en mains dans un atelier spécial. En cet état le teinturier rend les soies au fabricant. Nous devons examiner mainte-

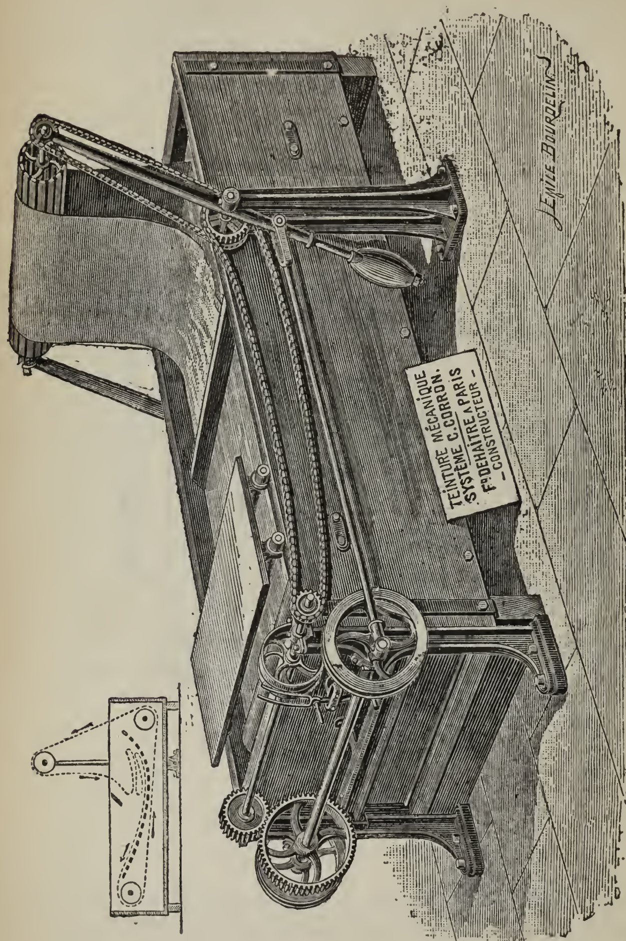


Fig. 62. — Machine à teindre en pièces, système César Corron.

nant quelles opérations permettent de les transformer en tissus.

CHAPITRE IV

LE TISSAGE

Les flottes de soie teintes, avant d'être tissées, subissent un certain nombre de traitements préliminaires.

Le premier est le *dévidage :* les flottes de soie, placées sur un guindre ou une tavelle, sont enroulées sur des bobines appelées *roquets.* Le *roquet*, de forme cylindrique, est en bois ou en métal. Il a environ trois centimètres de diamètre et se termine par deux bourrelets saillants que l'on nomme têtes de roquet.

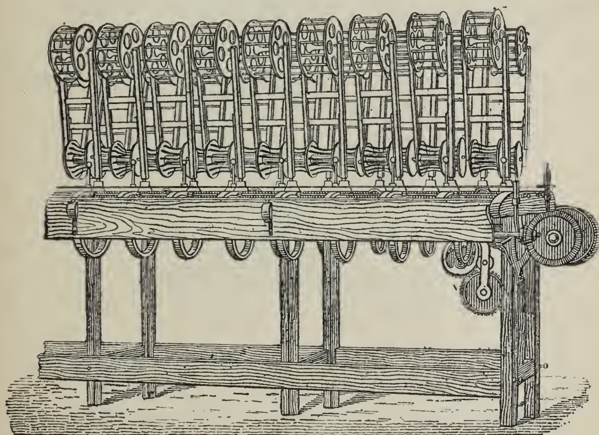


Fig. 63. — Mécanique longue à dévider (Sallier, à Lyon).

Le guindre supportant la soie doit être équilibré avec soin de façon à n'offrir au roquet, sur lequel s'enroule la soie, le moins de résistance possible et éviter ainsi les ruptures de fils.

Cette opération du dévidage (fig. 63), très simple en appa-

rénce, réclame pourtant des soins soutenus. Les flottes de soie, avant d'être placées sur le guindre, sont d'ordinaire divisées en petits écheveaux. On dit en pareil cas que la soie a été *trafusée*. Un *va-et-vient* répartit également la soie sur le roquet.

Le dévidage est effectué au moyen d'appareils à rendement plus ou moins grand, suivant les ateliers. Dans les usines, on se sert des machines employées par les mouliniers pour le dévidage des grèges, tandis que les petits ateliers, devenant de plus en plus rares, se servent encore de la mécanique ronde, comprenant de quatre à dix roquets, mus au moyen d'une pédale (fig. 64).

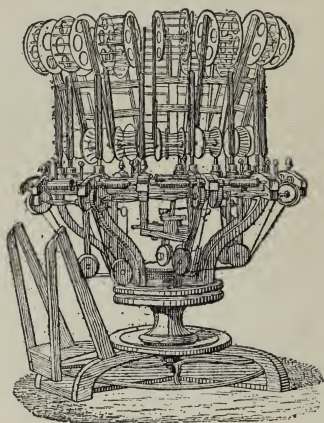


Fig. 64. — Mécanique ronde à dévider (Sallier aîné, à Lyon).

Mais cette opération ne suffit pas pour la préparation des chaînes ou des trames. Les roquets obtenus diffèrent entre eux au point de vue de la régularité. Pour assurer une répartition plus uniforme de la soie on la transporte sur de nouveaux roquets en les dévidant une deuxième fois ; c'est ce qu'on appelle le *détrancanage* (fig. 65). Cette opération est l'objet de soins minutieux. Après avoir été *détrancanée* la soie doit être, sur le nouveau roquet, enroulée d'une manière parfai-

tement uniforme, avec une tension convenable. Sous le doigt, il faut que les roquets garnis soient résistants mais non durs. La dévideuse doit être assez habile pour remplir ces conditions, rattacher rapidement les fils cassés sans faire de déchet, éviter de ternir la nuance et le brillant de la soie qui lui est confiée, mettre, en un mot, les roquets en état de pouvoir se dévider régulièrement et sans secousse pendant le tissage.

Cannetage. — Les fils enroulés sur les roquets doivent servir pour la chaîne ou pour la trame. Dans ce dernier cas

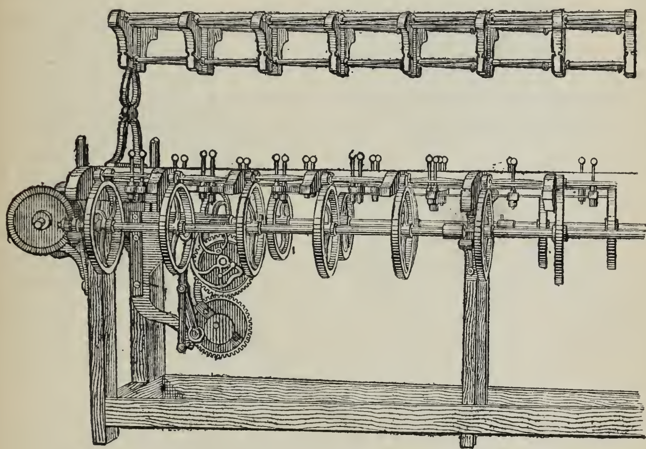


Fig. 65. — Machine à détrancaner (Sallier aîné, à Lyon).

une ouvrière, appelée canneteuse, est chargée de réunir le nombre de fils fixé par le fabricant. Elle les enroule sur un *tuyau*, petit cylindre en jonc, en buis, en canne ou en roseau qui doit être fixé dans la navette du tisserand. Le tuyau couvert de la soie prend le nom de cannette. Le cannetage est donc, en somme, un nouveau dévidage.

Cette opération, exécutée autrefois à la main dans de petits ateliers, s'effectue maintenant presque partout par les procédés mécaniques. Les figures 66 et 67 montrent deux modèles de cannetières fabriquées par MM. Sallier et Cie de Lyon.

Ourdissage. — Si le cannetage est la préparation de la trame, l'ourdissage a pour but de préparer la chaîne des tissus. Les fils de même longueur et en nombre déterminé, qui doivent composer la chaîne, doivent être juxtaposés parallèlement avec une tension uniforme. Il faut, en outre, conserver leurs places respectives, sans quoi les fils pourraient s'entremêler et le tissage de la chaîne deviendrait impossible.

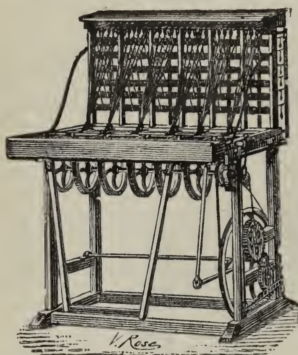


Fig. 66. — Cannetière à dérouler ordinaire, d'après MM. Sallier aîné et Cie.

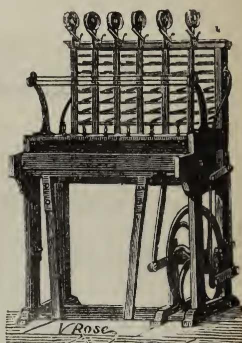


Fig. 67. — Cannetière à rubans, d'après MM. Sallier aîné et Cie.

L'ourdisseuse qui assemble les fils pour former une chaîne reçoit du fabricant les roquets avec l'indication du nombre de fils qui doivent être réunis. La réunion de quarante fils porte le nom de *musette*, celle de quatre-vingts est appelée *portée*. Une chaîne de cent mètres, composée de quarante parties, est donc formée de trois mille deux cents fils d'une longueur de cent mètres.

L'appareil employé pour ourdir (fig. 68 et 69) se compose d'un cadre horizontal ou vertical portant quarante roquets, composant une musette, et de l'ourdissoir proprement dit.

L'ourdissoir est un grand tambour creux, cylindrique, de deux mètres de haut, dont l'axe doit être parfaitement vertical. L'onvrière donne à l'ourdissoir un mouvement de rota-

tion au moyen d'une manivelle. Elle enroule d'abord la première musette de haut en bas sur le tambour, puis elle juxtapose une seconde musette en remontant de bas en haut et continue ainsi jusqu'à ce que le nombre voulu de musettes ou de portées ait été mis sur l'ourdissoir. Un appareil appelé plot, mobile suivant la verticale, sert de guide à chaque musette et lui permet de s'enrouler suivant une spirale déterminée.

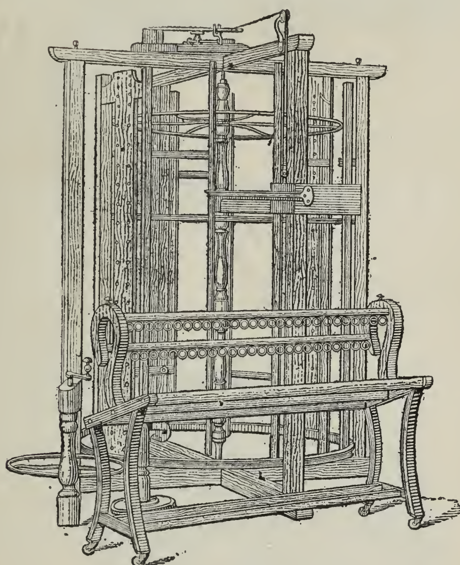


Fig. 68. — Ourdissoir (Sallier à Lyon).

Il est essentiel, dans l'ourdissage, de conserver à chaque fil son rang déterminé ; les fils doivent être assez distincts les uns des autres pour qu'on puisse retrouver la véritable place des fils qui se cassent.

Lorsque l'ourdissoir a reçu un nombre suffisant de musettes, l'ouvrière lève la chaîne et l'enroule autour d'une cheville en un peloton très serré.

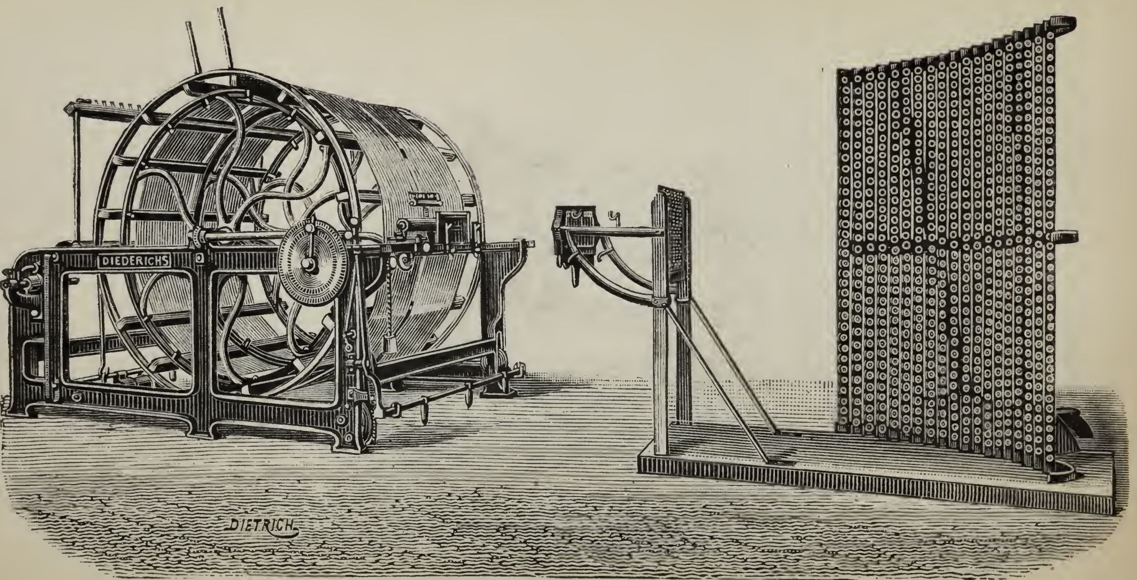


Fig. 69. — Ourdisoir à grand tambour de J.-A. Diederichs.

Dans les petits ateliers, l'ourdissage se pratique avec l'appareil que nous venons de décrire sommairement. On emploie dans les usines un appareil perfectionné, fournissant des résultats plus réguliers. L'ourdissoir est constitué par un tambour horizontal pouvant tourner autour de son axe et progresser en même temps suivant une direction parallèle à cet axe. La juxtaposition exacte de chaque musette est assurée par le passage des fils au travers des dents d'un peigne qui règle la largeur d'enroulement. Les dimensions du tambour sont telles que la chaîne se trouve répartie suivant une longueur d'axe justement égale à la largeur de l'étoffe à laquelle elle est destinée.

Pliage. — Le *pliage* a pour but d'enrouler la chaîne sur l'*ensouple* ou rouleau devant alimenter le métier à tisser (fig. 70). Le plieur doit mettre les fils de chaîne dans la lar-

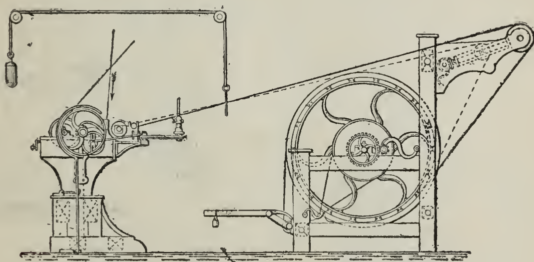


Fig. 70. — Pliage.

geur que doit avoir l'étoffe, en établissant leur parallélisme, leur égale tension. Il y parvient en enroulant la chaîne arrivant de l'ourdissage sur un tambour et en la conduisant de là sur l'ensouple. Dans une chaîne pliée avec soin, tous les fils sont uniformément tendus, parfaitement parallèles et chacun d'eux occupe sa place. En cet état, la chaîne est prête à passer sur le métier à tisser.

Tissage. — Les tissus, en général, sont formés par la réunion de fils s'entrecroisant suivant une règle déterminée.

Les fils composant un tissu sont appelés *chaîne* ou *trame*, suivant que leur direction est parallèle ou perpendiculaire à la plus grande dimension, c'est-à-dire à la longueur du tissu ;



Fig. 71 — Tissage de la soie au Japon.

les fils longitudinaux constituent donc la chaîne, tandis que la trame est formée des fils transversaux. On donne le nom de métiers aux appareils permettant de fabriquer les tissus.

Si l'on envisage tous les éléments qui entrent dans la composition d'un tissu, on conçoit la possibilité d'imaginer un nombre presque infini d'étoffes. La nature des fils employés, leur grosseur, leur tension peuvent être choisies et variées de mille manières. De même leur mode d'assemblage, suivant la nature des fils et suivant leur coloration, permet un nombre incalculable de combinaisons; chacune d'elles, résultat d'une série nombreuse de traitements préparatoires, reçoit dans le tissage sa forme définitive.

Par l'importance de sa production, comme par la perfection de ses procédés, le tissage constitue une des plus grandes industries des pays civilisés. Les principes généraux sur lesquels s'appuie le tissage sont connus; leur énumération, même sommaire, ne pourrait trouver sa place ici.

Fig. 72. — Métier à bras, d'après Laboulaye, *Dictionnaire des arts et manufactures.*

A, cylindre ou ensouple de derrière; CC, lisses; HH, léviers ou marches; E, rot ou peigne; F, axe du battant; D, poitrinière; G, ensoùple de devant; M. navette.

Rappelons seulement que le métier le plus simple se compose toujours de parties mobiles ou organes exécutant le travail d'entrecroisement des fils, et de parties fixes qui servent de points d'appui ou de bâti aux premières (fig. 71 et 72).

La partie immobile comprend quatre pieds en bois réunis

par un cadre rectangulaire horizontal formé de poutrelles appelées *estases*; les dimensions des estases déterminent la longueur et la largeur des métiers. Dans les petits ateliers la solidité du métier, indispensable pour la bonne exécution du tissage, est assurée au moyen de *ponteaux* ou pièces de bois, calant les estases et s'appuyant au plafond de l'appartement.

Les pièces mobiles du métier se composent essentiellement :

1° Du cylindre ou ensouple de derrière sur lequel est enroulée la chaîne ;

2° De cadres appelés *lisses*, formés d'un ensemble de fils parallèles portant les boucles ou mailles connues sous le nom de lisserons. Les lisses sont mobiles dans un plan vertical et servent à guider les fils de chaîne, à les soulever et les abaisser pour donner passage aux fils de trame suivant les effets qu'on veut obtenir. Les lisses sont plus ou moins nombreuses et disposées de façon particulière. L'ensemble des lisses compose le *remisse ;*

3° De leviers ou marches qui font manœuvrer ces lisses ;

4° Du peigne placé au bout d'un levier vertical, pouvant se mouvoir autour d'un axe horizontal ; l'ensemble de ce système porte le nom de battant. Le mouvement du battant assure, par un dispositif spécial, le passage de la navette conduisant la trame ;

5° De la poitrinière, cylindre de bois sur lequel passe l'étoffe tissée ;

6° Du cylindre ou ensouple de devant sur lequel la chaîne tissée et tendue vient s'enrouler par un cliquet.

Prenons comme exemple le montage et la mise en train d'un métier, pour le cas d'une étoffe simple.

L'ouvrier prépare d'abord le remisse. On lui a indiqué le nombre de fils qui composent la chaîne, le nombre de fils constituant chaque série devant former dans le tissage une subdivision de la chaîne, enfin la largeur de l'étoffe qu'il doit tisser. Le remisse devra contenir autant de lisses qu'il y a de fils dans une série, et chaque lisse dans la largeur indi-

quée pour l'étoffe aura autant de mailles qu'il y a de séries. Le nombre total des mailles est indiqué par *portées* ou ensemble de quatre-vingts unités.

Le tisseur suspend le remisse d'aplomb vers la partie antérieure du métier, puis une ouvrière spéciale, appelée remetteuse, s'asseyant entre le remisse et le cylindre de chaîne, fait passer chacun des fils de la chaîne dans la maille qui lui est destinée. La disposition de remettage est indiquée à l'ouvrière au moyen d'un graphique spécial. Les principaux dispositifs employés portent le nom de remettage suivi, à retour, interrompu, amalgamé, ou remettage sur deux corps.

La remetteuse doit rattacher les fils rompus, dédoubler les fils mal disposés à l'ourdissage; les fils doivent être comptés avec attention et laissés dans l'ordre qu'ils occupent, de telle sorte que tous les fils occupant dans les séries le même ordre se trouvent sur la même lisse.

Le nombre des lisses est au moins égal au nombre de fils de chaîne entrant dans chaque série; mais quand les fils d'une série sont trop nombreux on est obligé de prendre plusieurs lisses pour chaque série.

Au sortir du remisse, ou ensemble des lisses, les fils sont introduits dans les dents d'un peigne. Cet appareil, renfermé dans la partie inférieure et horizontale du battant, qui est appelée masse, guide les fils de chaîne, et fixe, en la maintenant par sa rigidité, la largeur de l'étoffe. Formé de dents métalliques maintenues par un cadre de bois, le peigne est caractérisé par la *hauteur de foule*, ou longueur des dents, et la *réduction*, ou rapport du nombre des dents à la longueur du peigne.

Les fabricants de peignes réalisent facilement des réductions de cinquante dents au centimètre. On conçoit donc, que le passage des fils de chaîne dans les dents du peigne, ou *piquage du peigne* soit une opération difficile. Aucun fil, en effet, ne peut être ni oublié, ni déplacé de son rang, aucun

intervalle de dents ne peut rester vide, sans produire des irrégularités dans le tissage.

Le peigne étant piqué, le tisseur ajuste le battant. Cet appareil est destiné, par la pression qu'il exerce sur le peigne, à serrer la trame, à la lier à la chaîne, à presser les coups de trame ou *duites* les uns contre les autres.

Le *battant* est une partie importante du métier : il se compose de deux lames ou épées assemblées et chevillées par une de leurs extrémités à une pièce de bois horizontale nommée masse. Dans la partie supérieure de cette masse, est creusée dans toute sa longueur, entre les deux lames, une rainure destinée à recevoir le bas du peigne.

La masse du battant, dont la direction doit être perpendiculaire à celle de la chaîne, est reliée au porte-battant, pièce de bois ronde ou carrée assez longue pour que ses extrémités, qui sont terminées par des tourillons, puissent se reposer sur des *accocats*, entailles pratiquées dans deux pièces de bois ou de fonte qui sont fixées parallèlement à la même hauteur, sur la face antérieure des estases. En somme la masse du battant est capable d'osciller, en suivant le mouvement du porte-battant; par son seul poids s'exerçant sur le peigne, elle détermine la réduction de l'étoffe, lorsqu'après avoir été écartée pour le passage de la trame, elle revient à sa position primitive. Le battant peut être mu à la main, c'est-à-dire que le tisseur lorsqu'il veut donner un coup de trame l'écarte de sa position d'équilibre, fait passer la navette, et laisse ensuite retomber le battant.

La masse du battant, sa course, doivent être plus ou moins grandes suivant la réduction qu'on veut donner à l'étoffe. Il existe du reste un très grand nombre de battants : battant à claquette, battant brisé, battant brocheur, etc. Chacun d'eux est plus spécialement approprié à tel ou tel genre d'étoffes.

Un dispositif spécial lie la navette au mouvement du battant et lui communique l'impulsion nécessaire pour le passage des fils de trame; on règle le mouvement de la navette

au moyen d'un bouton placé sous la main de l'ouvrier. Dans certaines étoffes on emploie des trames différentes se succédant dans un ordre déterminé. Cette disposition est rendue possible par les battants dits à double ou triple boîte ou battants *revolvers*.

Après avoir ajusté le peigne et le battant, le tisseur fixe les extrémités des fils de chaîne appelés *égancettes*, sur le rouleau de devant. Cette opération s'appelle *étanquer ;* une rainure du rouleau reçoit les égancettes; une baguette de bois nommée composteur maintient les fils et ferme la rainure.

Il faut régler ensuite la tension de l'ensouple de derrière au moyen de cordes enroulées sur l'ensouple et portant à leur extrémité des contrepoids. Ces contrepoids appelés bascules assurent la tension de la chaîne. Il est essentiel de maintenir cette tension bien régulière, si l'on veut éviter les défauts de tissage connus sous le nom de cannage, d'entrebattage, de groupures, etc.

Le rouleau de devant est capable de tourner, et peut ainsi enrouler l'étoffe à mesure qu'elle est tissée. Ce mouvement est réglé par un encliquetage, un levier, ou au moyen d'une petite machine composée de plusieurs roues dentées appelée le régulateur.

Le métier ainsi équipé est en état de fonctionner. Actionnant le battant, le tisseur règle le mouvement de la navette : mais il lui faut assurer aussi le mouvement des fils de chaîne, il y arrive au moyen des marches. Ce sont des pédales actionnant les lisses, et permettant de lever et d'abaisser chacune d'elles au moyen de leviers intermédiaires. L'ensemble de ces leviers porte le nom de *carrette*, des cordes attachées aux lisserons supérieurs des lisses sont appelées *arcades*. D'autres cordes allant du lisseron inférieur à la pédale permettent d'abaisser les lisses.

Un métier peut porter jusqu'à vingt-quatre, et même trente-deux lisses pouvant recevoir un mouvement particulier

donné par une pédale distincte. Le tisseur doit donc dans ce cas faire agir son pied sur un véritable clavier de vingt-quatre ou trente deux pédales. Chaque mouvement de pédale produit un encroisement de la trame avec les fils d'une série. L'ensemble de ces encroisements porte le non d'*armure.*

Dans cette manœuvre compliquée, nécessitant une attention soutenue, le tisseur se guide sur un graphique spécial appelée *la disposition*, pour régler les coups de trame et appuyer sur les pédales. Lorsque tous les fils de la série ont été soulevés dans l'ordre fixé d'avance, et qu'en même temps le nombre de coups de trame ou duites prévu par la disposition a été donné, l'effet devant être produit dans le tissu se trouve réalisé une fois. Il doit être ensuite répété autant de fois que le comporte la longueur de la chaîne.

Pour les étoffes un peu compliquées, le système des marches ne serait plus applicable. Dans la pratique ordinaire même, il présentait de telles difficultés que les inventeurs se sont de tout temps efforcés de le simplifier.

Aujourd'hui la *mécanique d'armures* établie sur le même principe que la mécanique Jacquand qui sera examinée à propos des étoffes dites façonnées, a permis de supprimer les marches. On les conserve seulement dans le cas des étoffes les plus simples, demandant l'emploi de deux ou trois pédales.

Le métier garni, le tisseur visite la chaîne entre le remisse et le rouleau de derrière : il *remonde la longueur*, c'est-à-dire qu'il remplace, avec deux roquets de la même soie que celle formant la chaîne, les fils bouchonneux, duveteux ou défilés.

Il garnit ensuite la navette, avec une cannette pourvue de trame : la navette varie de forme suivant la nature des tissus, et le système employé pour la lancer. La trame doit avoir dans le tissu une tension déterminée ayant la plus grande influence sur la beauté du tissu.

Tous ces préparatifs terminés, l'ouvrier peut commencer le tissage : l'ouverture de la chaîne, lorsqu'on enfonce la

marche pour séparer les fils au travers desquels doit se placer la trame est réglée suivant l'étoffe à produire. Il en est de même pour l'instant ou le battant doit retomber et amener le serrage de la trame.

Quand l'ouverture est complètement refermée avant que le battant n'ait frappé la trame, l'ouvrier bat à pas clos; il travaille à pas ouvert, s'il frappe sur la trame pendant que les fils de chaîne sont encore écartés.

Lorsque la pièce est terminée, le tisseur la visite sur ses deux faces, enlève les nœuds et les bouchons ou moyen de pincettes. En même temps il la fait passer de l'ensouple de devant sur un rouleau de faible diamètre. Quand la pièce a été fabriquée par un tisseur à façon, le rouleau est porté chez la fabricant, avec l'excédent de la trame et de la chaîne appelé *peigne et tirelle.*

Une dernière opération qui s'exécute presque toujours mécaniquement a pour but de donner du brillant à l'étoffe, d'effacer le sillon et les rayures laissés par des dents du peigne, d'uniformiser la surface. C'est le polissage ; des instruments de corne ou d'acier appelés *polissoirs*, placés sur un cylindre, agissent successivement sur les deux faces du tissu et font disparaître toutes les anomalies provenant de l'état de la surface.

La courte description qui vient d'être donnée s'applique au tissage d'une étoffe de soie appartenant au genre le plus simple, par un métier mu à la main. Depuis trente ans environ, on a appliqué au tissage de la soie les principes du tissage mécanique. Actuellement les métiers mécaniques, à mesure que se perfectionnent leur étude et leur construction, tendent à se substituer au métier à bras dans le tissage de la soie. Leur production est beaucoup plus considérable que celle des métiers à bras : alors que ceux-ci en effet ne peuvent guère dépasser la vitesse de soixante à quatre-vingts coups de navette à la minute, on arrive avec le métier mécanique jusqu'à deux cents coups de navette. Il est vrai que

cette vitesse n'est applicable qu'aux étoffes peu fournies en chaîne.

L'emploi des métiers mécaniques, pour des motifs qu'il est

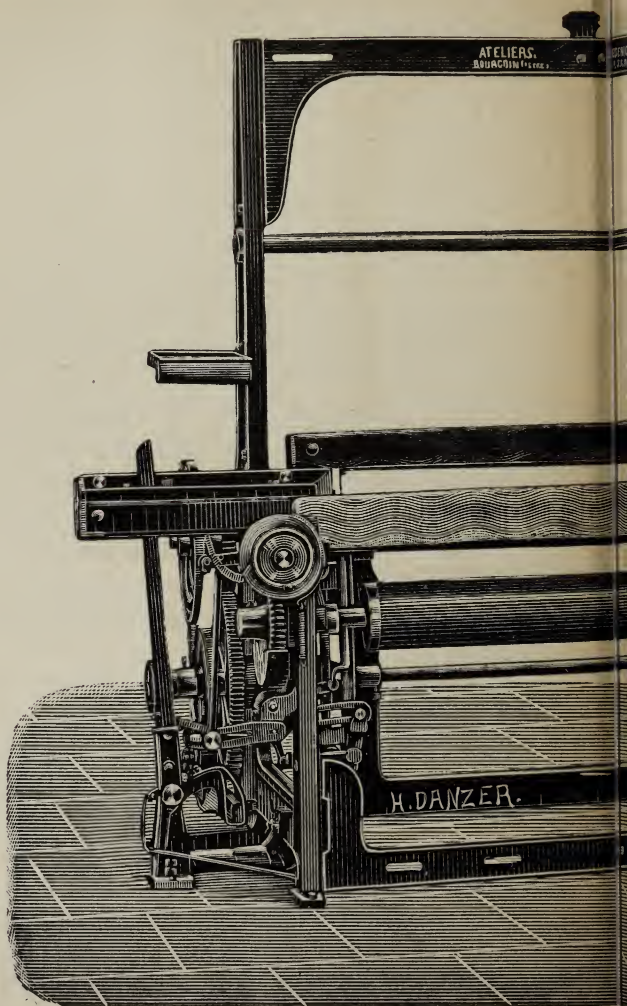
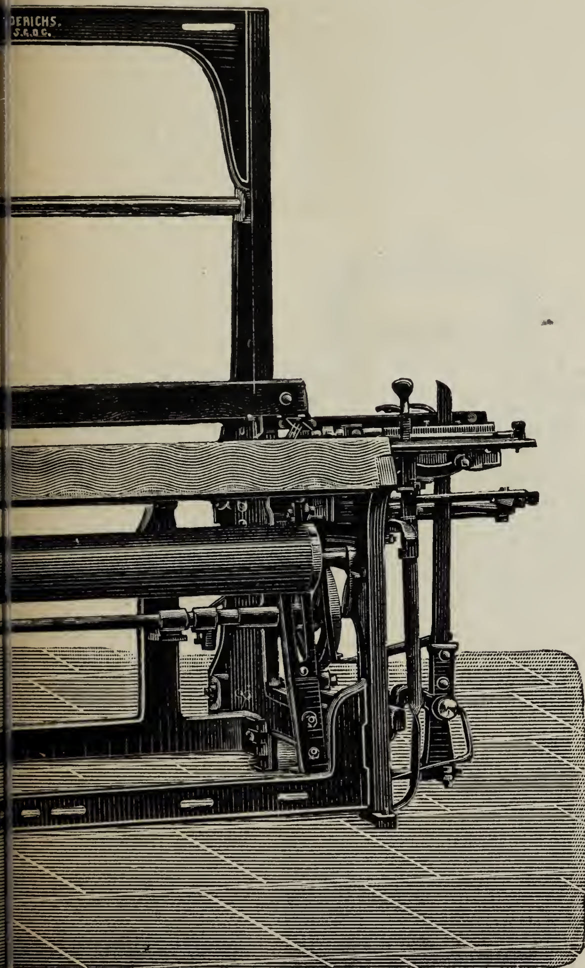


Fig. 73. — Métier mécaniq

facile de formuler, est plus favorable à une production à bon marché que celui des métiers à bras. Ils peuvent être réunis et groupés dans des usines, de telle sorte que les frais de force



)iederichs de Bourgoin.

motrice sont réduits au minimum. Leur production est beaucoup plus grande que celle des métiers à bras, parce qu'ils peuvent marcher à une vitesse plus considérable. Ils absorbent moins de main-d'œuvre, une seule ouvrière pouvant surveiller deux métiers à la fois, leur rendement est maximum; entraînés en effet par le courant de la force actionnant tous les métiers de l'usine, ils ne subissent pas les arrêts, les repos, qui trop souvent diminuent la production des métiers à bras. Nous devons dire toutefois que la fabrication de certains genres très compliqués ne peut être entreprise que sur des métiers à bras.

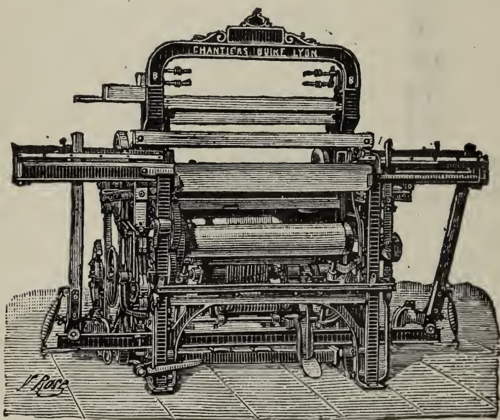


Fig. 74. — Métiers mécaniques, ateliers de la Buire, Lyon.

La description des métiers mécaniques ne peut trouver sa place ici. Il en existe du reste un grand nombre de systèmes différents, et chaque année en voit naître de nouveaux, s'efforçant de surpasser leurs aînés par des avantages de marche et de rendement. Ils comportent les mêmes organes essentiels que le métier à main : remisse, mécanique d'armure, battant régulateur déroulant l'étoffe, bascule tendant la chaîne, chasse de la navette. Les figures 73 et 74 représentent deux modèles de métiers mécaniques les plus usités.

Étoffes unies, étoffes façonnées. — On a été amené à établir deux classes parmi les étoffes de soies, l'*uni* et le *façonné.* On appelle en terme de fabrique, étoffes unies toutes celles qui peuvent s'exécuter avec des lisses, mais lorsque l'effet à produire comporte l'emploi d'un trop grand nombre de fils devant recevoir un mouvement particulier, on renonce aux lisses pour employer le *corps des maillons.* Toute étoffe, nécessitant pour être tissée la mise en œuvre du corps de maillons, est appelée étoffe façonnée.

Le maillon se compose de deux mailles portant un ovale en verre ou en métal ; la maille inférieure suspend un poids destiné à donner de la fixité au maillon, la maille supérieure se noue à une corde nommée *arcade*, qui est chargée d'imprimer le mouvement au fil de chaîne passé dans les trous de l'ovale. Chaque arcade s'engage dans un ordre déterminé, au travers d'un trou percé dans une planche *d'empoutage*, ou planche d'arcade, placée horizontalement au-dessus du corps de maillons. L'empoutage est l'ordre dans lequel sont placées les arcades, il est analogue au remettage dans le système de remisses.

On appelle *chemin*, le nombre de maillons ou de fils que comporte l'effet à produire dans le tissage. La planche d'empoutage est partagée en autant de chemins que l'effet ou le dessin est reproduit de fois dans la largeur du tissu. La disposition de l'empoutage se trace comme celle du remettage. Chaque chemin est numéroté : toutes les arcades de même numéro dans chaque chemin sont réunies à un même crochet qui se nomme *collet*, parce que les fils correspondants doivent produire, chacun dans leur chemin, le même effet.

Le collet est une ficelle doublée qui traverse une petite planche trouée appelée *planche à collets* ; elle s'accroche au crochet de la mécanique qui repose immédiatement au-dessus du trou de la planche. La planche à collets a autant de trous qu'il y a de crochets à la mécanique. Enfin l'arcade est

attachée à un fil de fer formant anneau, et partant de la partie inférieure du collet.

On voit donc, en somme, que chaque fil de chaîne devant produire dans le dessin un effet déterminé, se trouve réuni à un appareil appelé *collet.* Il faut donc que ce collet, à chaque coup de trame, se soulève ou reste immobile suivant que les fils de chaîne qu'il supporte ont à jouer tel ou tel rôle dans le tissu. Pendant plus de trois siècles, à Lyon, le mouvement était donné aux fils de chaîne suivant un procédé employé par les Chinois depuis des milliers d'années, par un ouvrier spécial, appelé *tireur de lacs.*

Une modification apportée par Dagon, vers 1606, consistait à ramener horizontalement, au moyen des poulies d'un cassin, les cordes de rame ou lacs qui primitivement étaient verticales et soulevées par le tireur de lacs placé au-dessus du métier. Des perfectionnements furent apportés successivement à ce système : Galantier et Blache, en 1687, Bouchon en 1725, Falcon en 1722, simplifièrent la besogne du tireur de lacs et augmentèrent le rendement des métiers ; en 1745, Vaucanson reporta tous les mouvements à la partie supérieure du métier, voulant supprimer le tireur de lacs et faire actionner le métier par le seul ouvrier tisseur. La tentative de Vaucanson, excellente comme conception théorique, aboutit à un métier trop lent, trop compliqué, qui ne fut pas utilisé dans la pratique.

Vers la fin du XVIIe siècle, Verzier, Ponson, Philippe de Lassalle trouvèrent des perfectionnements de détails sur lesquels nous passerons pour arriver à l'œuvre de Jacquard.

Jacquard, né en 1752, fils d'un ouvrier en soie de Lyon, ne suivit pas d'abord la profession de son père. Successivement fondeur de caractères d'imprimerie, soldat, blanchisseur de chapeaux de paille, manœuvre chez un chaufournier de Lyon, ce n'est que vers 1800 qu'il s'occupa de mécanique appliquée. Après avoir pris un brevet de 10 ans, le 23 décembre 1801, « pour une machine destinée à suppléer le tireur de lacs dans

la fabrication des étoffes brochées et façonnées », mécanique analogue à celle de Verzier, Jacquard se rendit à Paris en 1803, pour présenter un métier à fabriquer le filet de pêche.

Aidé par la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, il fut installé au Conservatoire des arts et métiers et y travailla une année. Là, retrouvant la machine de Vaucanson, il eut l'idée d'associer au mécanisme de cet inventeur les cartons imaginés par Falcon, connus et employés à Lyon depuis l'année 1748. Mais cette juxtaposation de deux inventions dont l'une n'était pas encore entrée dans la pratique, ne put marcher couramment dans les ateliers que lorsque le mécanicien Breton l'eut sensiblement améliorée. C'est vers 1816 seulement que la mécanique dite *à la Jacquard*, put devenir d'un usage avantageux dans la pratique.

Alors seulement, l'adoption du métier *Jacquard* qui d'abord avait été très lente, devint bientôt générale ; de cette époque date le commencement d'une ère nouvelle pour la fabrication de toutes les espèces d'étoffes façonnées.

En résumé, le métier *Jacquard* a pour but de produire les étoffes façonnées les plus compliquées par le travail d'un seul ouvrier et sans lui faire éprouver plus de fatigue que s'il ne s'agissait que d'un travail ordinaire.

La figure 75 donne une vue théorique des éléments composant la mécanique à la *Jacquard*.

Chaque fil horizontal CC′ de lachaîne, passe dans un maillon porté par un fil vertical *l* dit *lissette*, suspendu à une tige verticale J, terminé à sa partie supérieure par un crochet I dit *bec-de-corbin*. Pour lever le fil de chaîne, il suffira que le crochet soit pris par la griffe K au moment où, appuyant sur la pédale unique P, l'ouvrier soulèvera cette griffe par l'intermédiaire du levier LL′. Si à ce moment le crochet, au lieu d'être vertical était dévié en arrière, il est clair qu'un mouvement d'élévation de la griffe ne soulèverait plus le fil de la chaîne.

La question se ramène ainsi à dévier le crochet de tout fil

de chaîne qui ne doit pas être soulevé pour le passage d'une duite déterminée. A cet effet, cette tige traverse un anneau pratiqué dans une aiguille horizontale *mm'* ; à l'extrémité de

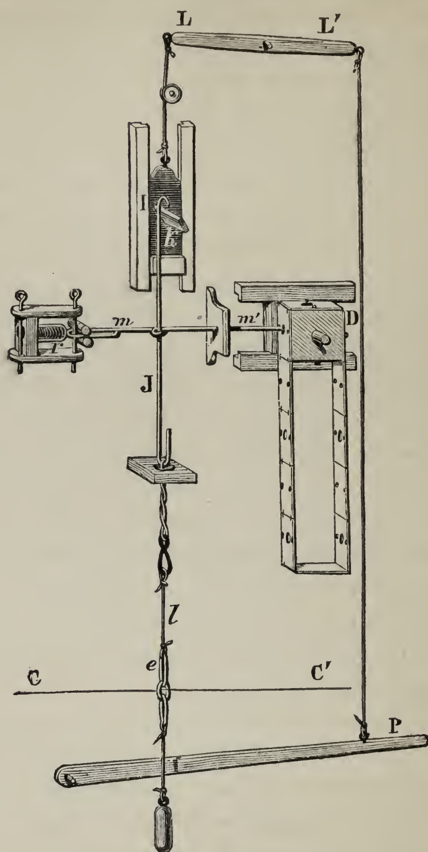


Fig. 75. — Vue théorique de la mécanique Jacquard, d'après Laboulaye. *Dictionnaire des arts et manufactures.*

gauche de cette aiguille, est un ressort qui, poussant l'aiguille, maintient le crochet dans la verticale. Si on repousse l'aiguille par son extrémité, en pressant sur le ressort, celui-ci cèdera et le crochet déviera ainsi qu'il est

demandé. Or, devant cette extrémité se trouve une pièce mobile D, dite *cylindre*, percée de trous laissant passer l'aiguille et, par suite, ne la déviant pas quand le fil doit être levé. Si on bouchait ce trou, le fil resterait en repos. Cet effet de repos ou de mouvement est déterminé, ainsi que cela doit avoir lieu, suivant le dessin à reproduire, à l'aide d'un carton perforé en certains endroits en raison du dessin, par l'opération du lisage. Ce carton vient pour chaque duite s'interposer, dans une position déterminée, entre le cylindre et les aiguilles.

Ce principe établi, il est facile de comprendre le fonctionnement du métier *Jacquard*.

Nous avons vu que les fils de chaîne étaient passés dans le corps de maillon ; tous les maillons portant des fils de même fonction sont réunis par des arcades à un collet. Celui-ci est relié directement au crochet de la mécanique ou aiguilles verticales, dont les extrémités reposent sur autant de lames fixes qu'il y a d'aiguilles. Il y a autant de ces crochets verticaux, et par conséquent d'aiguilles horizontales correspondantes, qu'il y a de trous dans la planche d'arcades et ces rangées sont disposées dans le même ordre et en rapport avec celles-ci et celles de la planche à collet.

Les aiguilles horizontales correspondantes peuvent entrer par l'une de leurs extrémités dans l'un des creux ménagés dans une espèce d'étui fixe. Il y autant de ces creux qu'il y a de rangées d'aiguilles horizontales et, dans le fond de chacun d'eux, se trouve disposé un ressort. Les aiguilles horizontales peuvent donc, quand on presse sur une de leurs extrémités, comprimer le ressort et s'engager dans l'étui ; livrées à elles-mêmes, le ressort les ramène à leur position primitive.

En regard de l'étui, à l'autre bout de l'aiguille, se trouve placé un prisme carré en bois qui est percé d'autant de trous qu'il y a d'aiguilles ; chacun correspond à une aiguille horizontale. Contre les faces de ce prisme se trouvent appliqués des cartons en plus ou moins grand nombre, suivant la com-

plication du dessin à exécuter. C'est en effet sur eux qu'on a percé, par le lisage, les trous qui doivent correspondre aux maillons à soulever; le carton en face de l'aiguille qui ne doit pas être refoulée et qui correspond, par conséquent, à un crochet devant être soulevé, est percé d'un trou ; au contraire, il est plein dans la partie qui doit repousser l'aiguille et laisser le crochet au repos, en le mettant en dehors de l'action de la griffe. La longueur des cartons est égale à l'un des côtés du prisme ; les trous du carton sont percés de façon à correspondre à ceux du prisme; tous les autres trous du prisme sont recouverts par les parties pleines du carton.

Un carton correspond à un coup de navette ; lorsqu'il a produit son effet, le prisme qui a quatre faces rectangulaires, fait un quart de tour, entraîne le carton qui a opéré et présente le carton suivant.

Ainsi donc, la disposition, c'est-à-dire l'ordre dans lequel doivent être mus les fils de la chaîne à chaque coup de trame, est exécuté par le carton, comme dans le métier à marches elle était exécutée par l'ouvrier appuyant sur la pédale indiquée. Le carton a remplacé le tireur de lacs des anciens métiers.

C'est le fabricant qui fournit à l'ouvrier tisseur les cartons enlacés les uns aux autres dans l'ordre suivant lequel ils doivent se présenter devant le prisme ou planche d'aiguilles.

Dans l'industrie des soieries, le fabricant, avec la collaboration du *dessinateur de fabrique*, choisit d'abord le dessin qu'il veut reproduire, fixe le nombre de fils devant être employés par la chaîne et par la trame. Ce dessin est ensuite mis en carte, c'est-à-dire exprimé par un graphique spécial tracé sur un papier quadrillé appelé *carte*. Sur la carte, les lignes verticales représentent les fils de chaîne, tandis que les coups de trame sont figurés par les lignes horizontales. La carte fixe donc le rôle de chaque fil dans le dessin. On conçoit que l'opération de la mise en carte exige les soins les

plus minutieux ; chaque effet doit être prévu ; les meilleurs moyens de produire tel ou tel effet de lumière, de dessin ou de relief, doivent être choisis.

C'est à cette phase de la fabrication des soieries qu'intervient l'art du fabricant. Qu'il imagine des dessins entièrement nouveaux, qu'il cherche à reproduire des étoffes anciennes ou des tableaux, il est évident que les éléments de succès sont du domaine de l'art. Le goût, le juste sentiment du beau, peuvent seuls le guider dans la création de ses dessins ou le choix de ses modèles. Quant à présent, nous laisserons de côté cette face si intéressante de la fabrication des soieries ; nous y reviendrons dans la dernière partie de ce livre.

Pour ne pas interrompre l'ordre logique que nous avons suivi jusqu'ici, nous devons examiner comment un dessin mis en carte peut être exécuté et reproduit sur une étoffe tissée.

C'est un spécialiste appelé *liseur de dessins* qui a la mission de traduire, pour ainsi dire, les dessins ou effets mis en carte et de les transporter sur les cartons dont nous avons vu le fonctionnement.

Le liseur, pour la préparation des cartons, exécute sur une sorte de métier, représentation abrégée du métier du tisseur, les effets indiqués par la carte. Devant lui, sont disposées verticalement autant de cordes qu'il y aura de fils de chaîne employés pour un chemin. Chaque corde représente donc un crochet dans le métier du tisseur ; elle est munie d'une aiguille. En face de chaque aiguille se trouve une planche trouée portant dans chaque trou un emporte-pièce capable de trouer les cartons.

Le liseur détermine, au moyen de la mise en cartes, tous les fils qui doivent être levés et tous ceux qui doivent rester immobiles pendant le premier coup de trame. Il attache les premiers avec une ficelle nommée *ambarde*. Tirant ensuite fortement à lui cette ambarde, il détermine un mouvement de progression des aiguilles qui a pour résultat de faire

saillir les emporte-pièces correspondants. Ceux-ci sont saisis dans une pièce mobile appelée matrice; on les sépare de l'appareil par une mise en presse; le piquage du carton est opéré au moyen de la matrice obtenue. Le premier carton étant percé, les cordes et les aiguilles sont remises en place, une seconde ambarde est disposée et sert, comme la première, à la perforation d'un autre carton.

L'opération est continuée ainsi jusqu'à ce que tous les coups de trame aient été représentés sur les cartons. Ceux-ci sont liés dans l'ordre des coups de trame correspondants. On obtient ainsi une réunion de cartons qui peut renfermer plusieurs milliers d'unités.

Le tisseur n'a plus, ensuite, qu'à disposer ces cartons sur son métier pour reproduire le dessin qui lui est demandé. Le carton numéro 1 est lié au dernier de la série; on obtient ainsi une chaîne sans fin appelée *manchon* de carton. Le prisme, par sa révolution après chaque duite, amène devant les aiguilles le carton qui doit régler les mouvements des fils de chaîne. L'unique pédale du métier permet au tisseur de donner le mouvement à la griffe et aux cartons.

On peut désormais concevoir l'immense importance de la mécanique Jacquard, les ressources, pour ainsi dire illimitées, qu'elle donne à l'industrie du tissage en général, car son emploi ne s'est pas borné au seul tissage de la soie.

Depuis l'emploi du métier à la Jacquard, on a tenté d'y apporter des modifications de toute espèce, mais sans pouvoir rien changer au principe fondamental. On a étendu l'application à de nombreux articles pour lesquels on l'avait d'abord jugé insuffisant. Pour toutes les spécialités on est parvenu à en tirer un heureux parti. Le tissage mécanique des étoffes façonnées de toute nature, des tapis, des tulles a profité largement de l'invention de Jacquard.

Il est juste d'associer au nom de Jacquard, que la tradition populaire a peut-être trop exclusivement honoré, ceux de Vaucanson, de Falcon, de Breton. Nous avons déjà eu

l'occasion de dire quel avait été leur rôle dans l'invention de Jacquard.

Le dispositif de Jacquard, connu sous le nom de « mécanique », n'est pas employé seulement pour les étoffes façonnées à effets compliqués. Il est usité également pour les étoffes à lisses et a permis de supprimer les marches et de les remplacer par des cartons dans l'exécution de petits effets nommés armures.

Le satin, par exemple, s'exécute avec un manchon de huit cartons et une mécanique contenant huit crochets et huit aiguilles. Cette petite mécanique, appelée mécanique d'armures, est associée parfois à une mécanique plus compliquée renfermant des centaines de crochets. En ce cas, le métier auquel sont adaptées les deux mécaniques comporte un remisse et des corps de maillons.

Les métiers employés dans le tissage de la soie, qu'ils soient mus à la main ou mécaniquement, sont extrêmement nombreux ; ils varient entre eux non seulement par le système employé, les détails de construction, mais surtout par le genre spécial des étoffes qu'ils sont chargés de produire. Chaque jour notre époque de perfectionnement incessant voit éclore de nouveaux types de métiers ; la description des principaux genres de métiers ne peut être abordée que dans un traité spécial de tissage, c'est dire qu'elle ne peut en aucune façon être tentée ici ; leur énumération même nous entraînerait trop loin. Il y a des métiers spéciaux, des dispositifs particuliers pour le tissage des peluches, des châles, des velours ciselés, des gazes, des rubans, des passementeries, des bas, des tulles, des étoffes perlées, etc. Nous passerons plutôt en revue les différents genres de tissus, mais avant de décrire les éléments qui les caractérisent nous examinerons le *finissage des tissus*, c'est-à-dire les traitements que reçoivent les tissus avant d'être livrés à la vente.

CHAPITRE V

FINISSAGE DES TISSUS

Il faut distinguer plusieurs cas.

Si les tissus ont été fabriqués avec des matières écrues, ils doivent être ensuite soumis à la teinture ; on dit alors qu'ils sont teints en pièces. Nous avons vu au chapitre de la teinture que des appareils spéciaux permettaient de teindre la soie en pièces, en mettant en œuvre les mêmes méthodes générales que pour la teinture des soies en flottes.

Impression

Les tissus écrus ou teints en couleurs unies peuvent être revêtus de dessins colorés par l'impression.

Décrivons dans leurs grandes lignes les méthodes employées par l'impression. Les dessins sont imprimés sur le tissu par trois procédés principaux :

1° Impression à la main au moyen de planches gravées en relief ;

2° Impression à la planche plate en relief, mécaniquement et d'une manière continue ;

3° Impression continue au rouleau gravé en creux.

Les planches, imprégnées de préparations spéciales (mordants, rongeants, réserve, matières colorantes) rendues suffisamment consistantes par des substances appelées épaississants (gomme, amidon, dextrine, etc.) sont appliquées sur le tissu, préalablement teint ou non, et déterminent, par leur contact, la production d'un dessin. Ce dessin est ensuite fixé.

Il est difficile de donner une classification des procédés employés en impression ; ils sont extrêmement nombreux.

M. Schutzenberger classe pourtant les principaux dans des catégories spéciales.

Tout d'abord il distingue des couleurs d'application mécanique. Une couleur insoluble, l'outremer, par exemple, est imprimée en poudre impalpable sur le tissu et fixée par l'intermédiaire d'un corps qui devient solide et généralement insoluble en présence de la fibre, comme l'albumine.

La matière colorante peut se combiner au tissu et, dans ce cas, l'impression permet de produire deux effets différents : on imprime préalablement sur le tissu écru une préparation qui s'oppose à la teinture (réserve) et on le teint ensuite, ou bien on imprime sur la pièce préalablement teinte une préparation appropriée capable de détruire localement la couleur fixée *(enlevage)*.

On peut aussi imprimer la matière colorante en solution épaissie, sur fond écru ou teint, et déterminer une véritable teinture en exposant le tissu à une chaleur humide, généralement à l'action de la vapeur d'eau. C'est une véritable teinture sur place, par l'intermédiaire de laquelle on peut réaliser tous les effets de dessins désirables. Les couleurs ainsi obtenues sont appelées couleurs vapeur.

Parfois la couleur ne fait pas corps avec la fibre qu'elle imprègne, elle n'est pas combinée chimiquement avec elle ; il est nécéssaire, dans ce cas, d'employer des mordants (sels métalliques) qui interviennent non seulement comme fixateurs mais souvent comme modificateurs de nuances. On peut imprimer le mordant et teindre ensuite dans le bain de matière colorante. Les phénomènes de coloration ne se produisent que sur les points mordancés. Si, au contraire, c'est la matière colorante qui a été imprimée, le mordant est fixé uniformément et la teinture se fait sous l'influence de la vapeur d'eau.

Il existe encore beaucoup d'autres méthodes d'impression; la matière colorante peut être fixée par oxydation directe ou indirecte; par double décomposition, etc. Tous ces procédés, d'un usage beaucoup plus répandu, du reste, dans l'impres-

sion du coton que dans celle de la soie, ne peuvent être décrits ici.

Lorsque les dessins à appliquer par impression comportent des parties diversement colorées, il est nécessaire d'employer pour chaque couleur une planche ou un rouleau distincts; l'application successive de toutes les planches ou rouleaux portant des couleurs différentes détermine seule l'apparition du dessin complet.

Il est facile de concevoir toutes les difficultés que doit vaincre l'impression, on comprend de même toutes les ressources qu'elle est capable d'offrir. Qui n'a devant les yeux ces merveilleuses toiles peintes d'Alsace dans lesquelles l'impression est tout, alors que le tissu ne semble former qu'un fond insignifiant ? Si nous avons cité cet exemple, ce n'est pas pour établir une assimilation entre l'impression sur coton et l'impression sur soie. Nous avons voulu citer un exemple montrant la puissance des moyens d'expression dont l'impression peut disposer.

Il arrive parfois que dans les soieries l'impression est appliquée sur la chaîne seule; ce cas se présente lorsque les combinaisons de la fabrication ou la nature du tissu comportent une trame non imprimée. Dans ce cas, on fait avec la chaîne une sorte de tissu provisoire que l'on fixe par quelques coups de trame ; on imprime, puis on remet ce tissu sur le métier, la chaîne provisoire est enlevée et remplacée par la chaîne définitive. C'est là un exemple des combinaisons innombrables qui peuvent être employées dans la fabrication des soieries.

Apprêts

Toute étoffe sortant du métier à tisser ou provenant des ateliers de teinture en pièces ou d'impression ne peut immédiatement entrer dans le commerce. Il est nécessaire de lui faire subir certains traitements ayant pour but de lui donner

un aspect, un toucher aussi avantageux que possible. L'ensemble de ces opérations, qui se retrouvent dans les opérations finales de presque toutes les industries, porte le nom d'apprêts.

L'industrie des apprêts est une branche importante de la fabrication des soieries. Les moyens qu'elle emploie sont, par leur nature, chimiques ou mécaniques ; ils consistent, suivant les cas, à revêtir les étoffes de certains enduits leur donnant du *corps*, exaltant leur brillant, à exercer sur eux des pressions, des tensions convenables, sous l'influence d'une température plus ou moins élevée, parfois en présence de l'humidité.

Les principaux apprêts sont :

1° *Le cylindrage* : le tissu passe avec une certaine pression entre deux cylindres de métal, ordinairement chauffés (fig. 76). Il acquiert ainsi, avec une certaine tension, de la souplesse et de l'homogénéité. La surface devient lisse et brillante. Le cylindrage est tout à fait comparable, par ses résultats, au repassage du linge.

2° Le *grillage* ou le *rasage* : le passage rapide d'une flamme de gaz, ou l'action de lames disposées en spirales sur un cylindre animé d'un rapide mouvement de rotation, fait disparaître le duvet et les fils non liés, il rend ainsi la surface du tissu plus nette et plus régulière (fig. 77).

3° Le *polissage* : sous l'action de lames d'acier convenablement disposées, frottant à sa surface, le tissu acquiert du brillant en même temps qu'il devient plus souple.

4° Certains apprêts chimiques, tels que *l'encollage*, le *gommage* : par ces opérations les tissus gagnent en épaisseur et en rigidité ; des substances grasses ou cireuses, telles que l'acide stéarique, la paraffine, incorporées dans l'apprêt permettent en outre de donner un brillant particulier, il suffit après séchage, de soumettre les matières apprêtées et tendues à l'action de brosses. Cette opération est connue sous le nom de *glaçage*.

5° Le *gaufrage*, ou impression d'un dessin tracé en relief sur un cylindre. Suivant que la surface du tissu à gaufrer

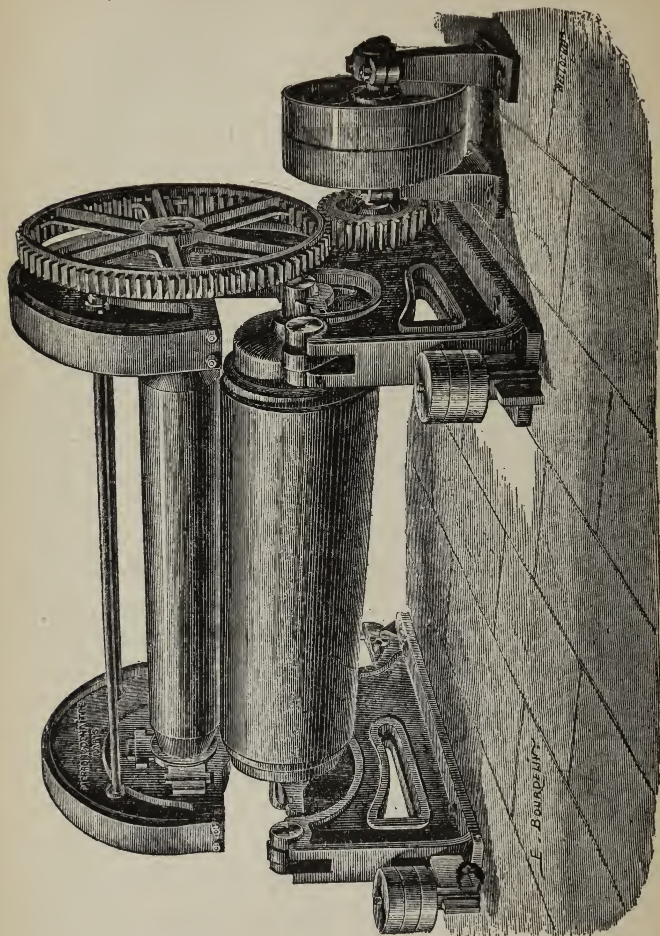


Fig. 76. — Calandre ou cylindre à chaud à deux rouleaux (Dehaître, Paris).

est lisse ou velue, le dessin forme saillie, ou se détache en creux.

6° Le *moirage* : c'est un des apprêts mécaniques les plus ingénieux. Il produit l'étirement et l'écrasement de la trame

en certains points, et engendre les jeux de lumière et d'ombre bien connus, provenant de la coexistence de surfaces réfléchissantes différemment inclinées. On distingue la moire

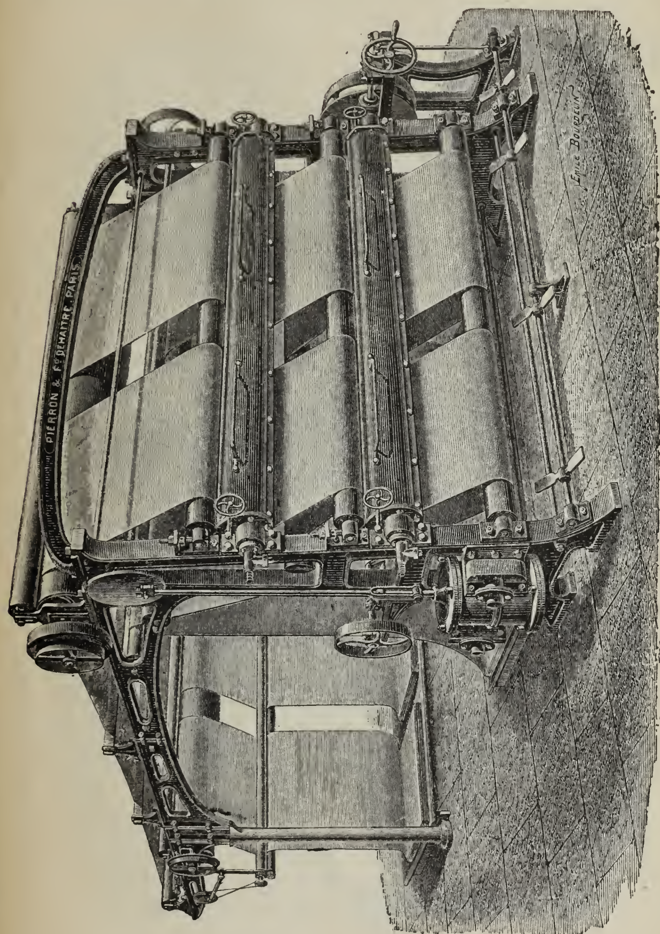


Fig. 77. — Machine à griller à deux rampes, grand modèle (Dehaître, Paris).

antique et la moire française ou moire ronde. La première est produite par la pression d'une calandre qu'on promène sur le tissu préalablement placé sur des cylindres : les effets

sont dus au hasard, ils présentent un assemblage de parties mates et de lignes brillantes très agréables à l'œil.

Pour obtenir les effets de moire ronde on fait d'abord glis-

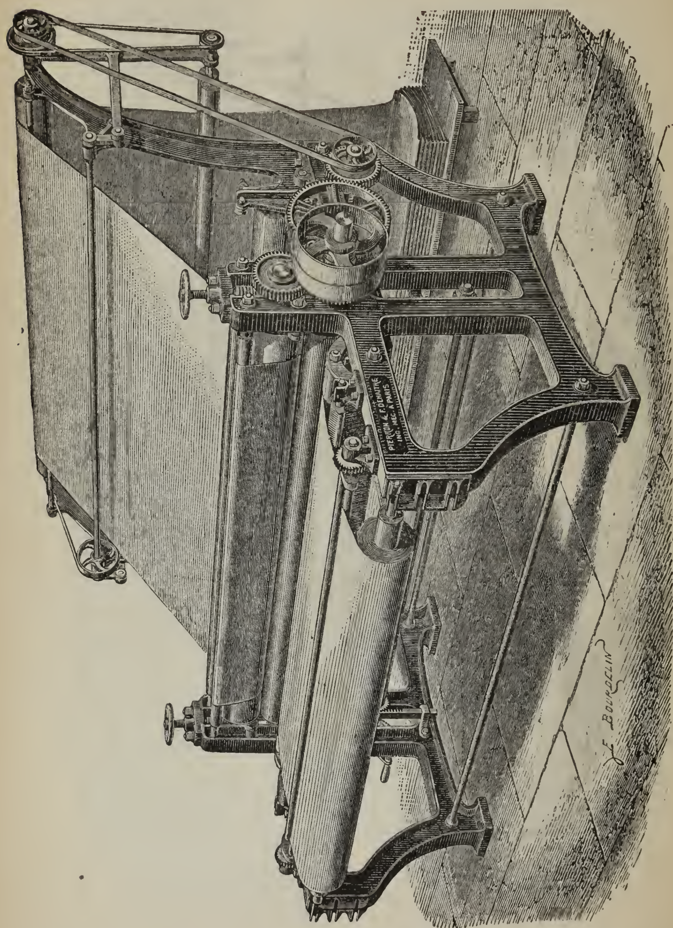


Fig. 78. — Machine à gommer à deux rouleaux avec mouvement de plieuse, (Dehaitre, Paris).

ser les pièces avec une forte pression sur les dents d'une planche de bois, régulièrement espacées; les raies déterminées par l'écrasement de la trame, limitent les effets du

moirage; pour les développer, il suffit de faire passer deux pièces superposées et cousues par leurs lisières entre des cylindres chauffés.

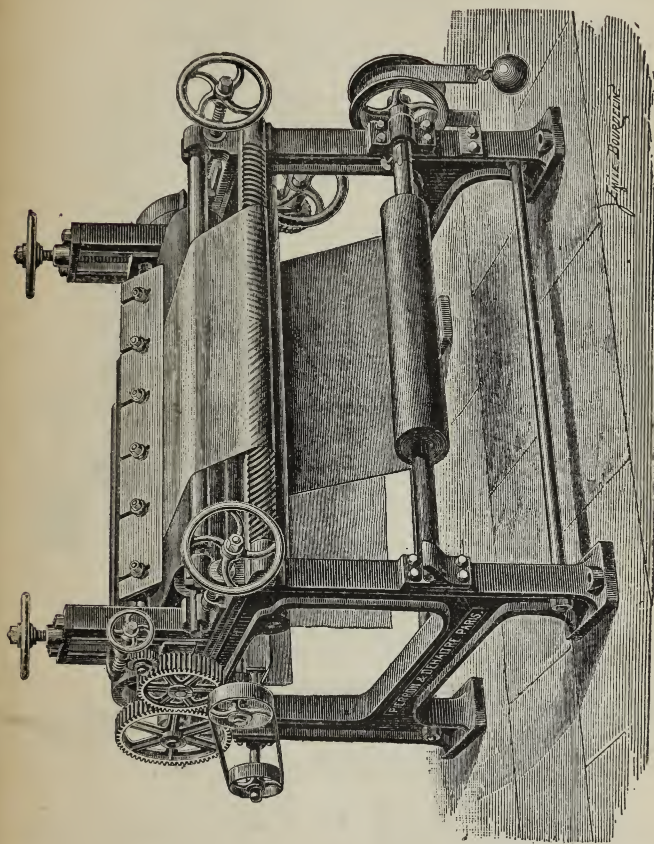


Fig. 79. — Machine à apprêter à la râcle (Dehaître, Paris).

Les figures 78, 79, 80, 81, représentent des appareils fréquemment, employées pour le finissage des pièces de soie pure ou mélangée. Les machines à apprêter à la racle (fig. 79) permettent d'appliquer sur un tissu une épaisseur déterminée d'apprêt; l'envers du tissu reste sec et conserve son aspect

et son grain naturels. Il suffira de mentionner les machines à élargir (fig. 80). Les machines à dérompre, dont la figure 81 représente un type spécial (système Garnier), ont pour but de rompre l'adhérence produite entre les différents fils du

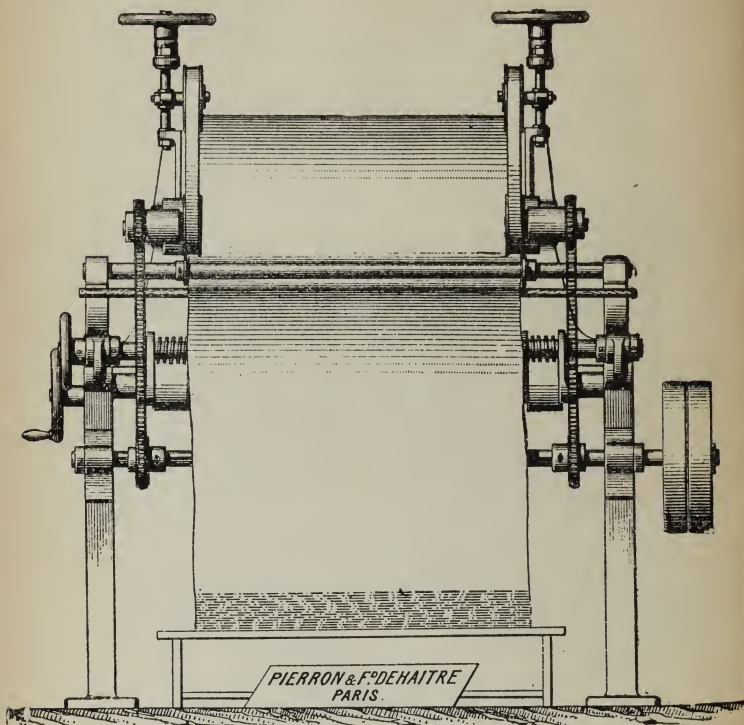


Fig. 80. — Machine à élargir (Dehaître, Paris).

tissu par les matières d'apprêt. Par cette opération, le tissu acquiert une grande souplesse tout en ne perdant rien du corps que lui a donné l'apprêt.

Avec les apprêts se terminent les opérations que comporte la fabrication des soieries : nous devons examiner maintenant les principaux tissus constituant les soieries, et mettre en lumière leurs éléments caractéristiques.

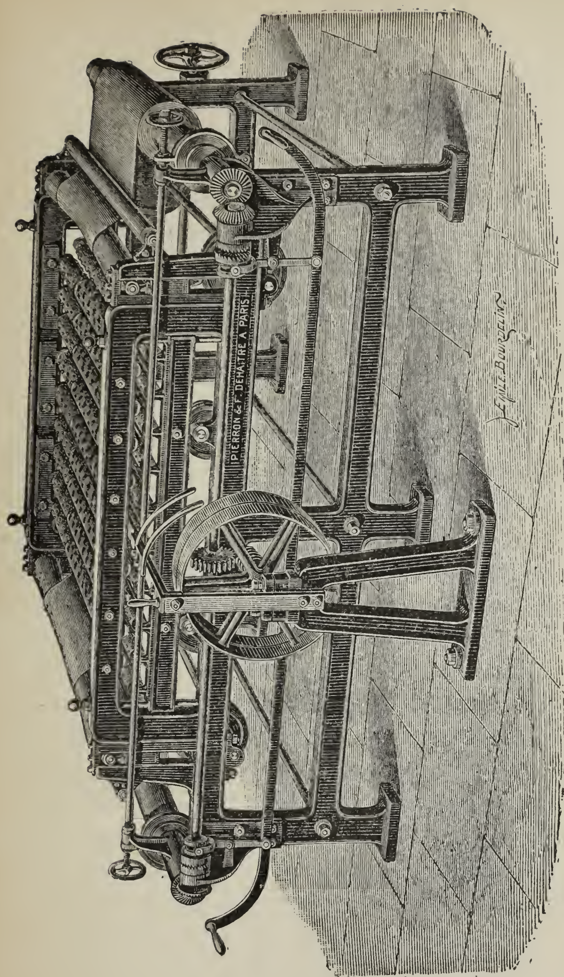


Fig. 81. — Machine à dérompre, pour tissus légers (Dehaître à Paris).

CHAPITRE VII

DES DIFFÉRENTS GENRES DE TISSUS DE SOIE

Les combinaisons qui peuvent être réalisées dans le tissage de la soie sont pour ainsi dire innombrables. On a pu se faire idée des éléments dont disposait l'industrie des soieries ; on a vu les ressources inépuisables que le moulinage, la teinture, le tissage, l'art du dessinateur, chacun dans leur domaine, offrent à l'habileté du fabricant de tissus. Aussi, à notre époque, chaque année voit-elle éclore des tissus nouveaux. Chacun d'eux constitue une création durable ou éphémère suivant que le goût public l'a sanctionnée d'une faveur persistante, ou l'a adoptée seulement pour quelques mois. Ce qui caractérise toutes les étoffes de soie, c'est que le fabricant en les mettant au jour et en les offrant aux consommateurs les baptise d'une dénomination de fantaisie lui permettant de classer et de retrouver le type qu'il a créé, mais ne donnant aucun renseignement sur les principes qui ont été suivis dans sa fabrication. Cette pratique a été suivie de tout temps ; aussi le collectionneur de tissus anciens est-il fort embarrassé pour définir par exemple les étoffes qu'on appelait au moyen âge, *camocas*, *cendal*, *samit*, *baudequin*.

Parmi les types dont la fabrication s'est continuée jusqu'à nos jours, la tradition a conservé un certain nombre de noms d'étoffes, qui s'appliquent en somme aux genres principaux, puisqu'en dépit des variations du goût public, ils se sont conservés et sont encore fabriqués de nos jours. En outre, les méthodes du tissage sont devenues dans beaucoup de pays, l'objet d'un enseignement qui prend de jour en jour plus d'extension et plus d'importance. Des ouvrages techniques ont été publiés sur le tissage. Il en est résulté que certaines

dénominations sont devenues classiques, et que par suite, certains genres de tissus peuvent être considérés comme des types principaux.

Nous inspirant des considérations qui viennent d'être exposées, nous décrirons sommairement les principes d'une classification des tissus de soie.

Classification

Les soieries, ou étoffes dans la composition desquelles entre de la soie, se divisent en étoffes de soie pure, et étoffes de soie mélangée.

On utilise les mêmes métiers et les mêmes procédés de tissage que l'on emploie pour la fabrication de l'étoffe de la soie pure, ou de la soie associée à d'autres textiles. Les tissus formés de soie et de coton par exemple peuvent être tissés avec des fils préalablement teints, ou avec des matières écrues qui sont ensuite teintes en pièces. Il est évident que dans la teinture on doit tenir compte des propriétés particulières du coton.

Avec les étoffes de soie pure, comme avec les étoffes de soie mélangée, on peut obtenir de l'*uni* ou du *façonné*. Nous avons vu que le premier genre de tissu était celui qui pouvait être fabriqué avec des lisses, tandis que les façonnés exigeaient des maillons et une mécanique Jacquard.

Étoffes unies. — Les genres principaux comprenant le groupe des étoffes unies sont les *taffetas*, les *sergés*, les *satins* et les *velours*.

Les taffetas sont les tissus unis les plus simples : ce sont aussi les plus anciens, leur chaîne est levée régulièrement par moitié; mais tout en observant cette condition, il est possible d'obtenir une certaine variété d'effets. On peut employer des fils simples ou des fils doubles, tisser avec une réduction plus ou moins grande. Avec deux chaînes l'une simple, et l'autre triple, croisées par deux trames, l'une fine

passant sous la chaîne simple, l'autre plus grosse passant sous la chaîne triplée on obtient un genre de taffetas appelé *gros des Indes*. Les étoffes appelées *florence*, *marceline*, *gros de Naples*, *gros de Tours*, *gros d'Oran*, *poult de soie*, sont obtenues par des procédés analogues. Avec une chaîne cuite et une trame souple on obtient le *faille*. Le *crêpe* est un taffetas tissé en écru avec un organsin très tordu ayant subi un apprêt spécial : après le tissage un apprêt mécanique spécial donne le crêpage. La *gaze*, la *popeline* sont aussi des taffetas ; la première est tissée en écru, la seconde est tissée avec une trame de laine.

Sergés. — Dans ce genre de tissus, la chaîne est partagée en séries d'un même nombre de fils ; chacun des fils de la série est lié successivement d'une manière régulière avec la trame. Le nombre des fils de chaîne qui sont pris pour composer un sergé varie de trois à douze. Les combinaisons de liage de la chaîne à la trame sont donc assez nombreuses : le sergé est caractérisé par un aspect spécial ; il présente des sillons obliques traversant toute la largeur de l'étoffe, ces sillons sont déterminés par le liage des fils avec la trame : dans les sergés, la surface est plus brillante que dans les taffetas, parce que la chaîne ou la trame, suivant que le sergé est déterminé par l'un ou l'autre de ces éléments, flotte sans être liée pendant une certaine longueur.

Le genre sergé permet d'obtenir un grand nombre d'effets en variant la disposition du liage et la longueur des flottes : les étoffes *levantine*, *batavia*, *virginie*, *raz de Saint-Maur* sont des variétés de sergé.

On obtient aussi des genres très variés, en dispersant le sergé en chevrons, en losanges, etc.

Satins. — Toutes les armures de satin se font par l'interruption d'une ou plusieurs lisses suivant le genre de satin. Cette interruption se nomme aussi dégradation, par exemple on dit en parlant du satin de huit que l'armure dégrade par deux ; on veut faire comprendre qu'après avoir marqué un

point sur la première lisse on saute la seconde et la troisième, on place un autre point sur la quatrième, on saute ensuite la cinquième et la sixième, on place un nouveau point sur la septième, puis on saute la huitième et la première, on place le point sur la seconde et on continue ainsi, toujours en dégradant de deux lisses, jusqu'à ce que les huit points soient placés. On fait des satins avec un nombre de fils qui varie de cinq à soixante-quatre : mais il faut remarquer que pour les satins unis, les armures ordinaires ont de cinq à douze fils, et que les armures de satin à grand nombre de fils sont utilisées pour lier les trames lancées dans les étoffes façonnées où ces trames ne font pas corps avec le fond. Les satins unis, riches, sont faits avec une série de huit fils. L'aspect des satins est très brillant, parce que la lumière en tombant sur l'étoffe n'est brisée en aucun point.

Les satins comprennent un grand nombre de dérivés, les principaux, nommés *satin à la reine*, *satin princesse*, *satin duchesse*, *satin merveilleux*, *alcyone*, *rhadamès*, sont obtenus en variant le nombre des fils compris dans l'armure, en augmentant ou en diminuant la réduction, c'est-à-dire le rapprochement des fils de chaîne et des fils de trame, en faisant intervenir enfin telle ou telle qualité de matières premières.

Les trois types d'étoffes unies que nous venons de décrire, taffetas, sergé, satin, représentent les armures fondamentales. Elles se retouvent seules ou combinées dans tous les tissus, qu'ils soient unis ou façonnés.

Velours. — Ce genre d'étoffes très anciennement connu, fabriqué d'abord à Gênes, puis à Lyon à partir de l'année 1536, comporte l'emploi de deux chaînes. La première, combinée en armure taffetas ou sergé, fait le fond du velours et sert à produire ce qu'on appelle la *pièce*. La deuxième chaîne nommée *poil* fait un cannelé. Une tige de cuivre ou de fer portant une rainure à sa partie supérieure est placée sous le poil de manière à le soulever. Deux fils de chaîne

sont intercalés entre chaque fil de poil : l'ouvrier donne après chaque fil de poil trois coups de trame, puis il promène une lame fine et très aiguisée sous le poil, en suivant la rainure de la tige de cuivre. Les fils coupés se relèvent et ressortent en saillie sur l'étoffe tout en étant maintenus par les coups de trame donnés avant le coupage : si on enlève la tige sans couper le poil, le cannelé forme une sorte de petite boucle; c'est ainsi qu'on obtient le velours frisé ou épinglé. Le velours ciselé résulte de la combinaison des effets des velours coupés et des velours épinglés.

Les deux chaînes qui concourent à la fabrication du velours doivent être de longueurs très différentes. La chaîne formant la boucle doit être beaucoup plus longue que celle qui constitue la pièce. Le rapport des longueurs de ces deux chaînes est appelé *embuvage* : ce rapport varie, il a une grande importance surtout dans les velours comportant des dessins obtenus par impression (velours Grégoire).

Certaines étoffes à deux chaînes, dont l'une est disposée en taffetas, et dont l'autre flotte sur trois coups consécutifs de trame, forment un *cannelé à trois coups;* on les appelle *gros d'Écosse* et aussi *velours ottomans*. Cette dernière dénomination est assez impropre. Ces tissus ne nécessitent en effet, l'intervention d'aucun fer, la combinaison d'armure employée, détermine seulement la production d'une grosse côte horizontale.

La *peluche* n'est qu'un velours uni fait avec des fers très hauts. Le poil est très élevé, mais il se tient moins ferme et tend à se coucher parce qu'il est généralement moins fourni que dans le velours. La fabrication de la peluche est beaucoup moins délicate que celle du velours, la hauteur du poil et sa tendance à se coucher dissimulent beaucoup de défauts.

Tissus façonnés

Ils comprennent comme genres principaux les *taffetas façonnés*, les *damas*, les *satins lamés*, les *droguets*, les *brocatelles*, les *brocarts*.

Les *taffetas façonnés* embrassent tous les genres façonnés obtenus sur des fonds taffetas.

Les *damas* résultent de la combinaison de deux armures satin. Dans le plus simple des damas, le fond du tissu est un satin brillant exécuté par la chaîne ; le dessin est mat, il est produit par la trame.

Les damas deux faces comprennent deux chaînes de satin de couleur différente. Chacune de ces chaînes peut faire satin, dessus ou dessous, ce qui rend l'étoffe réellement sans envers. La seule différence qui existe entre les deux faces de ce damas, c'est que si d'un côté le fond de l'étoffe est cramoisi et le dessin blanc, de l'autre côté le fond sera blanc et le dessin cramoisi.

La *brocatelle* est encore un damas, le dessin s'enlève en satin sur un fond fait par une trame liée en sergé. La trame de fond est choisie grosse, elle est composée ordinairement de fil de lin, de telle sorte que le dessin satiné soit très apparent et présente un certain relief.

Le *lampas* est un damas à fond satin, dont le dessin est fait par un taffetas d'une couleur opposée à celle du satin.

On appelle *droguet* un genre de façonnés dans lequel le dessin est produit par un effet de poil s'enlevant sur un fond armuré quelconque.

Toutes les étoffes dont le tissage met en œuvre des fils d'or et d'argent, portent le nom de *brocarts*. Des tissus de fabrication très variée figurent dans ce groupe : des étoffes à bas prix sur lesquelles apparaissent quelques fils métalliques sont des brocarts, aussi bien que les étoffes les plus épaisses et les plus riches où l'or fin est employé à profusion.

On divise les brocarts, en brochés or sur fond soie, brochés soie sur fond or, ou brochés or sur fond or; le brochage est un effet de trame qui, au lieu d'être produit comme le lancé par une seule navette, est fait par autant de petites navettes nommées *espalins*, qu'il y a de chemins dans la largeur de l'étoffe et d'effets différents dans le même chemin. Par ce procédé, on économise la matière première. De plus, les brochés n'étant pas liés à l'envers, on a l'avantage de pouvoir employer beaucoup de matières, telles que l'or, l'argent, les chenilles, les gros cotons. Dans ce cas l'ouvrier doit avoir le soin de faire enrouler son étoffe avec du papier de soie, ou mieux encore du molleton pour éviter que ces matières n'endommagent le fond.

Toutes les étoffes peuvent se brocher : cet effet est obtenu au moyen de battants spéciaux appelés *battants brocheurs*.

Les différents genres d'étoffes que nous venons de passer en revue représentent les types principaux qui se sont conservés parmi les combinaisons innombrables créées par les fabricants de soieries.

On aura certainement remarqué que les seuls éléments que l'usage ait adopté, pour la classification des tissus, sont ceux du tissage : mais si l'on envisage parmi les étoffes faconnées, celles dans lesquelles des effets décoratifs sont réalisés par la couleur et le dessin, on reconnaît que ces tissus, abstraction faite de leurs qualités techniques, se distinguent entre eux par leur ornementation.

On peut donc étudier les soieries au point de vue de l'élégance et de la beauté de leur décoration ; à ce titre la fabrication des étoffes de soie constitue un art industriel se classant parmi les plus riches en moyens d'expression, puisqu'il dispose du plus beau textile qui existe, celui dont la teinture et le tissage sont portés au plus haut degré de perfection.

CHAPITRE VIII

L'ART DANS L'INDUSTRIE DES SOIERIES

La Chambre de commerce de Lyon a fondé un établissement merveilleux : c'est le *Musée d'art et d'industrie*. Il renferme dans ses galeries des types de soieries façonnées d'époques différentes. Par leur comparaison, il est possible de suivre l'évolution de l'art dans la décoration des tissus de soie. L'intensité d'expression de ces différents types est telle, qu'ils tracent à leur manière l'histoire de l'esprit humain. Nous ne pouvons, ici, faire une étude détaillée de ces tissus admirables, mais en suivant l'ordre adopté pour leur classification par M. Terme, l'éminent directeur du Musée, nous serons amenés à les réunir en quatre groupes principaux correspondant aux étapes qu'a fournies l'industrie de la soie, en allant de l'Orient à l'Occident.

Tout d'abord, le tissage de la soie débute dans l'empire byzantin ; puis, il se développe du VIIIe au XIIIe siècle dans les pays soumis aux Arabes ; il pénètre ensuite en Italie, puis en France.

Dans chacun de ces pays, l'industrie des soieries a acquis une physionomie spéciale. En même temps que les méthodes techniques se perfectionnaient, les artistes apportaient à l'ornementation des tissus de soie le génie de leur race et de leur époque. Le type byzantin, le type arabe, le type italien, le type français, apparaissent donc, dans les spécimens qui nous ont été conservés, avec des caractères nettement accusés.

Il est impossible de donner, sans figures, une idée, même éloignée, de chacun d'eux : nous renverrons donc le lecteur à l'intéressante *Monographie de l'industrie de la soie*, de M. E. Pariset. L'auteur a su choisir, avec le goût le plus sûr, parmi les tissus du *Musée d'art et d'industrie de Lyon*,

un certain nombre de dessins qui sont comme les types des quatre périodes principales.

Nous résumerons seulement les points historiques relatifs à l'art dans l'industrie des soieries, en nous appuyant sur les études et l'autorité des travaux de M. Pariset [1].

Période byzantine. — Aux premiers siècles de notre ère, les soies et les soieries chinoises commencent à arriver dans les ports du golfe Persique et viennent jusqu'à Alexandrie; par voie de terre, elles pénètrent dans les contrées de l'Asie occidentale. Les Perses et les Grecs, chez lesquels les industries textiles traitant le lin et la laine étaient florissantes, s'efforcent de monopoliser le nouveau textile pour leurs manufactures.

A dater du VIIe siècle, la sériciculture s'étant répandue dans l'Asie occidentale, Constantinople devient peu à peu, pour l'Occident, le centre de l'industrie soyeuse et le grand entrepôt des soieries. Des marchands syriens et juifs tirent de Constantinople des tissus qui apparaissent dans les trésors des Papes ; les pèlerins trouvent à Rome des soieries qu'ils emportent pour en faire offrande aux églises et aux abbayes.

L'archéologie a pu fixer, du IVe au VIIIe siècle, la fabrication des étoffes byzantines.

Elles présentent, au point de vue du tissage et de la décoration, des particularités caractéristiques : la chaîne est grosse, le tissu est mou ; tous les dessins sont tissés grossièrement. Les types de décoration qu'on rencontre le plus fréquemment comportent des personnages et des animaux ; le dessin représente presque toujours un combat, des chasses, ou une lutte de cirque. Parfois, certaines étoffes figurent un personnage isolé, le portrait d'un empereur. Mais le plus souvent, les griffons, les licornes, les lions, les éléphants, les faisans, fournissent les motifs de décoration.

[1] Voir. *Histoire de la soie*, par E. Pariset, 2 vol., in 8, Paris, 1862. *Monographie de l'industrie de la soie*, par E. Pariset, 1 vol. in 8, Lyon, 1889.

Les étoffes unies sont les plus répandues, et parmi celles-ci les plus recherchées sont celles qui sont teintes en pourpre. Fréquemment, ces étoffes unies sont ornées au moyen de broderies.

A l'époque byzantine se montrent déjà des étoffes formées de soie et de coton, connues sous le nom de *subserica*, tandis que les tissus de soie pure étaient appelés *holoserica.*

Période arabe. — Avec la domination arabe, l'industrie de la soie prend un remarquable essor; au IXe siècle, la fabrication des soieries est pratiquée sur tout le littoral méditerranéen du nouvel empire : en Afrique, en Sicile, en Espagne jusqu'à Grenade.

La période arabe s'étend jusqu'au XIVe siècle. Des négociants juifs, des marchands italiens, répandent les soieries dans toutes les foires : on les trouve à Marseille, Lyon, Paris, Londres, Anvers, Mayence. Nous ne citons là que leurs étapes principales. Aussi, les types de soieries appartenant à la période arabe ont-ils pu, grâce à cette diffusion, être conservés en grand nombre, alors que les échantillons byzantins sont extrêmement rares.

Les soieries arabes marquent un très grand progrès au point de vue du tissage sur les tissus byzantins. Les motifs de décoration sont plus nombreux et plus savamment utilisés. L'or apparaît dans un grand nombre de tissus qu'on appelle des *draps d'or;* l'armure satin se retrouve dans les tissus arabes.

Au point de vue de la décoration, le caractère arabe se manifeste dans la multiplicité des lignes, des inscriptions, des figures géométriques à traits déliés, des fleurs et des feuillages qui se contournent et s'enlacent ; des animaux, lions, léopards ou aigles, sont les motifs de décoration les plus usités.

C'est du XIIIe au XIVe siècle que l'art arabe s'élève le plus haut. Certaines étoffes hispano-arabes sont des merveilles d'art décoratif. Leur ornementation rappelle le style de l'*Alhambra*.

Mais ces beaux tissus ne sont pas les seuls spécimens de l'industrie arabe ; celle-ci produit aussi des étoffes rayées dans le sens de la chaîne ou barrées dans le sens de la trame et surtout des étoffes unies formées de soie pure ou d'un mélange de soie et de coton.

Période italienne. — C'est au XVIe siècle seulement que l'Italie peut être considérée comme un pays producteur de soie, mais la fabrication des soieries s'y montre beaucoup plus tôt. Dès que la Sicile eut été enlevée aux musulmans, les villes de l'Italie septentrionale, où le tissage de la laine était florissant, ne tardèrent pas à s'assimiler les procédés de Palerme et fabriquèrent bientôt des étoffes de soie.

Les manufactures de Lucques et de Florence sont en pleine activité au XIIIe siècle ; puis Venise et Gênes se développent à leur tour. Au XVe siècle, Milan vient ensuite donner un surcroît d'activité à l'industrie nouvelle. Le XVIe siècle marque l'apogée de la fabrication des soieries en Italie; c'est au XVIIIe siècle que commencera son déclin.

Au même moment, des événements funestes aux anciennes manufactures byzantines et musulmanes se produisaient. L'affaiblissement des Arabes en Espagne, les conquêtes des Turcs dans l'Asie occidentale et en Egypte, enfin la chute de l'Empire grec portèrent aux soieries arabes des coups dont elles ne purent se relever.

Des circonstances multiples aident au développement de l'industrie des soieries en Italie ; une puissante organisation commerciale, en même temps qu'elle rassemble les matières premières, répand dans tous les pays les produits fabriqués. Il faut dire aussi que toutes les cours étrangères, vers le XVIe et le XVIIe siècle, ont adopté le goût italien pour les ameublements et les costumes.

Mais, on doit le reconnaître, les progrès réalisés par les Italiens dans la fabrication des soieries ont aidé puissamment aux débouchés de l'industrie nouvelle.

Avec le perfectionnement dans le tissage, naît une classi-

fication rationnelle des tissus, basée sur la contexture de l'étoffe; elle a duré jusqu'à nos jours. Les dénominations de taffetas, satin, velours, damas, datent du xve siècle.

L'art et la fantaisie des dessinateurs italiens se donnent libre carrière dans la décoration des étoffes façonnées. Soumis d'abord à la tradition orientale, ils inaugurent bientôt une manière nouvelle. Au xive siècle, ils abandonnent le type des animaux affrontés. Le *hama*, l'arbre de vie ne figure plus dans leurs compositions; les animaux ne sont plus qu'un accessoire au lieu d'être le motif principal des décorations. Une flore nouvelle dans laquelle la vigne, la feuille de chêne sont employées, apparaît sur les tissus.

Des scènes religieuses ornent les soieries de Venise, destinées aux voiles d'autel ; les dessinateurs italiens, en un mot, se révèlent comme de véritables artistes, possédant à un degré élevé l'imagination qui invente, le goût, et ce juste sentiment des nuances qui sait choisir les meilleurs moyens d'expression.

Jusqu'à la fin du xviie siècle, l'art italien règne en maître dans l'industrie des soieries. Les ouvriers italiens sont recherchés partout; leurs œuvres servent de modèle et l'on s'efforce de les reproduire à Lyon, à Tours, à Bruges, à Londres. Mais cette industrie si florissante perd peu à peu du terrain. La mode des longs vêtements, si favorable à l'emploi des grands dessins, disparaît. Avec elle, la suprématie italienne s'évanouit lentement.

Période française. — Ce sont les manufactures françaises qui entrent en lutte; au xviiie siècle, leur triomphe est complet et reconnu par tous.

Dès le xiie et le xiiie siècle, il est vrai, on fabriquait en France quelques tissus de soie, mais la production était fort peu développée. Les marchands, qui tiraient grand profit de l'introduction et de la vente des soieries italiennes, s'opposaient de toutes leurs forces au développement de l'industrie des soieries en France. Faut-il citer cet exemple curieux de

Louis XI essayant vainement d'établir à Lyon, en 1466, la fabrication des soieries et transportant à Tours, vers 1470, les ouvriers appareilleurs, teinturiers et tisseurs qu'il avait fait venir d'Italie ? Pourtant, ces efforts ne devaient pas être perdus. Louis XI installe les fabriques de Tours, François Ier celles de Lyon, Henri IV celles de Paris. L'industrie des soieries est réglementée par Colbert, au XVIIe siècle. Quatre centres de fabrication sont bientôt en pleine prospérité : Tours, Lyon, Paris et Nîmes. Parmi ces villes, Lyon se distingue déjà par son esprit d'initiative et d'invention, par la constance de ses efforts.

Des circonstances favorables viennent seconder la fabrique française dans la lutte qu'elle a entreprise contre les manufactures italiennes. Venise et Gênes perdent peu à peu le monopole du commerce avec le Levant ; Marseille, Londres, Amsterdam deviennent les entrepôts des grèges de Perse ; la sériciculture se développe dans les Cévennes et vient fournir des matières premières d'excellente qualité à l'industrie française.

Mais, par dessus tout, le succès est dû à l'âpreté et à la continuité des efforts. Il est aidé par la souplesse de l'esprit français, chercheur et inventif, merveilleusement doué pour toutes les industries dans lesquelles doit intervenir l'art.

De grands progrès sont introduits dans le tissage. En 1605, Dangon invente la *grande tire* et rend possible ainsi l'exécution des dessins les plus grands et les plus compliqués : Galantier, Blache, Bouchon, Falcon, Ponson, Verzier viennent à leur tour perfectionner le métier à tisser et préparent la grande découverte de Jacquard.

Au point de vue du dessin pourtant, les manufactures françaises ne surpassent pas les manufactures italiennes. Celles-ci restent sans rivales pour l'ampleur des effets décoratifs, mais le génie français apporte, à chaque création, sa note particulière : le goût le plus sûr, la grâce élégante y dominent.

A la fin du xvie siècle et au commencement du xviie, les petits dessins s'harmonisant bien avec les formes restreintes des vêtements sont surtout employés. Des rayures, des fleurons détachés, des palmes, des fleurs de lis sont les motifs qui se rencontrent le plus fréquemment. Les compositions grandissent sous Louis XIII et sous Louis XIV ; de larges dessins de dentelles courent dans les fonds ou forment bordure : les arbres feuillés, les buissons, les tourelles, les bouquets à couleurs multiples ornent surtout les étoffes d'ameublement.

Le xviiie siècle se fait remarquer par une fantaisie élégante et délicate. Les chinoiseries, les médaillons, les plumes, les rubans, enlaçant des branches de fleurs. les attributs pastoraux, se trouvent fréquemment dans les soieries de cette époque. Tous ces motifs sont tissés avec une perfection admirable. Le dessinateur Revel invente les points rentrés ; grâce à cette amélioration de la mise en carte, les dessins présentent des effets d'ombre et de lumière, au lieu d'offrir, comme autrefois, une superposition de teintes plates. Ils acquièrent ainsi une intensité d'expression qui met hors de pair les étoffes françaises.

Ces progrès techniques coïncident avec un merveilleux épanouissement de l'art décoratif des soieries. Aussi, est-ce à la fin du xviiie siècle que se place l'apogée des manufactures françaises. Toutes leurs rivales sont abattues : les fabriques italiennes ont abandonné la lutte. « Au xviiie siècle, dit M. Édouard Aynard dans une remarquable étude [1], la Fabrique lyonnaise est servie par des dessinateurs de génie et par des ouvriers admirables. Les soieries de Lyon méritent une place à part dans l'art charmant de ce temps. Le dessinateur Philippe de la Salle donne à ses conceptions décoratives une originalité toute particulière ; il n'accepte point servilement les règles du style délicat, mais un peu

[1] *Lyon en 1889*, chez Mougin-Rusand, Lyon.

ténu et froid de l'époque de Louis XVI. Sa manière et celle de ses élèves est ample et majestueuse ; sa palette sait marier les tons riches et opposés. Il crée de véritables chefs-d'œuvre de l'étoffe décorée, exécutés par l'ouvrier avec une perfection inouïe. A ce moment, le produit lyonnais ne peut être confondu avec aucun autre et domine tout. »

Au commencement du XIXe siècle, l'industrie des soieries trouve de nouvelles ressources techniques dans l'admirable invention de Jacquard (1801-1805). Mais en tant qu'art décoratif, elle subit une décadence marquée. Pendant la première moitié de ce siècle, il semble que le goût des véritables traditions décoratives ait été perdu. « On est arrivé à confondre la peinture ornant un tissu, c'est-à-dire s'y incorporant, peinture qui a ses lois spéciales, ses conventions et surtout ses fictions, avec la peinture, expression de l'art pur, où le sentiment humain s'affirme par une interprétation directe de la nature [1] ».

De nos jours, la production française, c'est-à-dire celle de Lyon, domine de haut toute l'industrie des soieries. Portée à un degré de perfection technique qu'elle n'avait jamais atteint, enrichie en moyens de travail de tous genres par la découverte des matières colorantes artificielles, le développement du tissage mécanique, elle a su se plier aux exigences nouvelles de notre siècle de démocratie. Pendant cette évolution radicale, l'industrie lyonnaise a su, en même temps, rehausser le niveau artistique de ses productions. L'examen de la section lyonnaise des soieries à l'Exposition universelle de 1889, ne laisse, à cet égard, aucun doute. « Il est incontestable, dit M. Ed. Aynard [2], que les superbes étoffes si variées et de séductions si diverses, exposées dans la section lyonnaise, témoignent un progrès considérable dans le dessin, dans la composition et surtout dans le coloris.

[1] *Lyon en 1889*, p. 54.
[2] *Loc. cit.*, p. 71.

Il ne serait pas tout à fait juste d'assurer qu'en ce qui touche la valeur d'art notre fabrique est, dès à présent, à la hauteur qu'elle occupait au XVIIIe siècle, mais on peut affirmer que tout en accomplissant l'énorme tâche de se transformer en grande industrie, elle a pu progresser dans l'art et dans le goût et regagner une très grande partie de terrain perdu de ces côtés, depuis le commencement du siècle. »

La revue rapide qui vient d'être esquissée sur les différentes périodes de l'art dans l'industrie des soieries, permet d'établir un certain nombre de déductions.

Tout d'abord, il est facile de percevoir nettement cette vérité ; les perfectionnements techniques, s'ils ne sont pas liés nécessairement aux progrès artistiques, les accompagnent et les précèdent d'ordinaire. Il semble qu'à chaque invention nouvelle, l'art reçoive un stimulant nouveau par la possibilité de mettre en œuvre des moyens d'expression jusqu'alors inconnus. Mais, pour posséder la prééminence dans l'industrie des soieries, les progrès techniques, l'art ne suffisent pas : il faut encore que la matière première précieuse qui est comme le pain de cette belle industrie, soit amenée par des courants commerciaux régulièrement établis, au foyer même de la production. Nous l'avons vu, à toutes les périodes, le concours de ces divers éléments a tour à tour enrichi Byzance, l'empire Arabe et l'Italie. En réalité, l'industrie des soieries nécessite à la fois la coopération, de la science, de l'industrie, du commerce, de l'art. A ce titre, elle se présente comme le reflet d'une civilisation supérieure ; elle apparaît comme le fruit du travail humain dans son évolution la plus complète, la plus élevée et la plus noble.

Pour fixer la part contributive de chaque contrée et de chaque peuple, dans la production des soies et des soieries, nous avons groupé dans la dernière partie de ce livre les documents qui nous ont paru caractéristiques.

TROISIÈME PARTIE

DOCUMENTS STATISTIQUES SUR LA PRODUCTION DES SOIES ET DES SOIERIES

CHAPITRE I

GÉNÉRALITÉS

La production des soies est essentiellement agricole ; elle réclame des conditions météorologiques particulières, également favorables au mûrier et au ver à soie ; certains pays seulement, peuvent, par leur climat, pratiquer la sériciculture.

L'industrie des soieries, au contraire, se localise dans les grands centres manufacturiers. Elle ne s'y développe et n'y devient prospère, nous l'avons vu, que lorsqu'elle peut s'assurer le concours de savants, d'artistes, de techniciens habiles.

La production des soies et celle des soieries ne sont donc liées entre elles, au point de vue géographique, pour ainsi dire en aucune façon. L'observation montre, en effet, que les pays qui produisent le plus de soie sont souvent ceux où l'industrie des soieries n'existe pas. Le prix élevé des soies, leur transport facile ont permis de constituer des centres de

fabrication pour les soieries, loin des contrées productrices de soies.

Suivant cette division, nous examinerons séparément la production des soies et des soieries pour les divers pays ; nos recherches ne porteront que sur l'époque actuelle : suivre la production des soies et des soieries en des temps différents pour chaque pays, nous entraînerait trop loin. Cette étude a déjà été faite, du reste, d'une manière complète, par M. Natalis Rondot, dans un livre remarquable sur les soies[1] ; elle nous a fourni de précieux documents.

CHAPITRE II

DES SOIES

D'après M. Natalis-Rondot, dans l'état actuel de la sériciculture, l'ensemble des contrées séricicoles, produit, en une année où la récolte est moyenne :

307 millions de kilogrammes de cocons frais,

ce qui équivaut à peu près à

21.100.000 kilogrammes de soie tirée ou filée.

Les vers domestiques du mûrier fournissent :

272.400.000 kilogrammes de cocons frais,

correspondant à

18.840.000 kilogrammes de soie grège ;

Tandis que les vers à demi domestiques ou sauvages, nourris avec des feuilles de mûrier ou d'autres arbres, donnent :

[1] *L'art de la soie*, par M. Natalis Rondot, 2 vol. gr. in 8, publiés aux frais de la Chambre de commerce de Lyon, 1887. Paris, Imprimerie Nationale.

35.000.000 de kilogrammes de cocons frais
ou 2.100.000 — de soie filée, tirée ou en bourre.

La production des cocons provenant des vers domestiques du mûrier, se classe ainsi, d'après leur origine :

	COCONS	SOIE GRÈGE
	kg.	kg.
Europe..	55.710.000	4.059.000
Levant..	6.800.000	472.000
Asie: Chine, Japon, Corée. . .	172.600.000	11.960.000
Autres pays de l'Asie.. . . .	37.200.000	2.340.000
Afrique et Amérique.. . . .	136.000	9.000
	272.446.000	18.840.000

La répartition pour chaque pays, conduit aux chiffres suivants :

EUROPE

	COCONS	SOIE GRÈGE
	kg.	kg.
Italie.	42.000.000	3.000.000
France.	9.500.000	750.000
Autriche-Hongrie..	2.160.000	154.000
Turquie d'Europe.	1.500.000	110.000
Espagne..	1.300.000	105.000
Grèce..	300.000	22.000
Portugal.	250.000	16.000
Suisse.	210.000	15.000
Roumanie, Bulgarie, etc. . . .	170.000	10.000
Russie d'Europe.	120.000	9.000
	57,510.000	4.191.000

ASIE

	COCONS	SOIE GRÈGE
	kg.	kg.
Chine.	130.000.000	9.300.000
Japon.	42.400.000	2.650.000
Indo-Chine.	12.000.000	750.000
Inde.	10.000.000	600.000
Asie centrale (non compris le Turkestan russe).	5.500.000	360.000
Russie d'Asie.	5.200 000	330.000
Turquie d'Asie.	5.000.000	340.000
Perse.	4.500.000	300.000
Corée.	200.000	10.000
	214 800.000	14.640.000

AFRIQUE

Afrique	100.000	7.000

AMÉRIQUE

Amérique septentrionale	6.000	»
Amérique centrale et méridionale	30.000	2.000
	36.000	2 000

Les vers à demi domestiques ou sauvages, du mûrier ou d'autres arbres, sont tous élevés en Asie. Voici la répartition des cocons qu'ils produisent par race et par contrée :

		COCONS	SOIE FILÉE OU TIRÉE
		kg.	kg.
Vers sauvages du mûrier (Chine)		420.000	28.000
Philosamia	Cynthia (Chine)	440.000	38.000
	Ricini (Inde)	600.000	55 000
Antheræa	Yama-maï (Japon)	180.000	12.000
	Pernyi (Chine	22.000.000	1.300.000
	Assama et Mezan-Kooria (Inde)	1.100.000	45.000
	Mylitta (Inde)	10.000.000	600.000
Saturnia pyretorum (Chine)		300 000	20.000
	Totaux	35.040.000	2.098.000

Si l'on envisage seulement la production en soie, filée ou tirée, provenant de vers domestiques ou sauvages, et que l'on classe les contrées séricicoles d'après l'importance de leur production, on obtient le tableau suivant :

	SOIE
	kg.
Chine	10.686.000
Italie	3.000.000
Japon	2.662.000
Inde	1.300.000
Indo-Chine	750.000
France	750.000
Turquie et Grèce	472.000
Asie centrale	360.000
Russie d'Asie	330.000
	20.310.000

Mais cette quantité de soie n'est pas tout entière disponible pour le commerce ; M. Natalis Rondot estime que 45 pour 100 sont retenus dans les pays de production, et absorbés en Asie par le tissage indigène.

Dans une bonne année, les fabriques européennes de soieries peuvent s'alimenter avec 10.200.000 kilogrammes de soie grège ; chaque contrée fournissant :

Europe.	3.800.000	kilogrammes
Pays du Levant.	570.000	—
Chine et Japon..	5.000.000	—
Autres pays de l'Asie.	830.000	—
	10.200.000	

Le Syndicat de l'Union des marchands de soie de Lyon publie chaque année des statistiques extrêmement intéressantes sur la production des contrées séricicoles.

Le Syndicat ne fait figurer sur ses tableaux que les soies dont la production se trouve enregistrée par des statistiques et des documents régulièrement établis (relevés de production dans les pays d'Europe, statistique d'exportation ou d'importation établie par les bureaux de douanes, pour la Chine et le Japon). Quant à la partie des récoltes asiatiques qui se trouve consommée dans les pays de production, le Syndicat ne la mentionne pas, faute d'éléments précis d'information. Nous avons vu que M. Natalis Rondot, estimait que cette partie était très considérable et représentait à peu près l'équivalent de la consommation européenne et américaine.

Voici les renseignements publiés sur la production de la soie dans le monde en 1888, par le Syndicat des marchands de soie de Lyon : les chiffres s'appliquent, nous l'avons dit, à la soie utilisée par les fabriques de soieries d'Europe et d'Amérique : ils embrassent une période de cinq années.

	SOIE GRÈGE EN KILOGRAMMES				
EUROPE OCCID.	1884	1885	1886	1887	1888
France.	483.000	535.000	677.000	717.000	798.000
Italie.	2.810.000	2.457.000	3.188.000	3.476.000	3.566.000
Espagne	85.000	56.000	52.000	78.000	83.000
Autriche-Hongrie.	142.000	163.000	217.000	264.000	307.000
Totaux. . .	3.520.000	3.216.000	4.134.000	4.535.000	4.754.000
LEVANT					
Anatolie (Brousse et autres localit.).	185.000	172.000	206.000	188.000	170.000
Salonique, Volo. . } Andrinople. . . }	95.000	100.000	125.000	135.000	120.000
Syrie.	230.000	256.000	233.000	340.000	231.000
Grèce.	20.000	20.000	20.000	20.000	18.000
Totaux. . .	530.000	548.000	584.000	683.000	539.000
ASIE CENTRALE.					
Caucase.	200.000	75.000	93.000	55.000	50.000
EXTRÊME ORIENT					
Chine, export. de Shanghaï. . . .	2.695.000	2.631.000	2.387.000	2.459.000	2.256.000
Chine, export. de Canton. . . .	774.000	715.000	1.357.000	1.411.000	695.000
Japon, export. de Yokohama. . .	1.346.000	1.372.000	1.478.000	2.217.000	2.400.000
Indes, export. de Calcutta. . . .	861.000	760.000	781.000	791.000	1.011.000
Totaux. . .	5.676.000	5.478.000	6.003.000	6.878.000	6.362.000
Totaux généraux.	9.926.000	9.317.000	10.814.000	12.151.000	11.705.000

On sera frappé, en étudiant ces tableaux, de l'accroissement obtenu dans la production en Europe pendant ce cycle de cinq années. Cet heureux résultat est attribuable à l'application de la méthode Pasteur; le perfectionnement du système

de grainage, en assurant la bonne réussite des éducations, a contribué plus que toute autre cause au relèvement et à l'extension de la sériciculture.

Ce retour de l'industrie séricicole peut être surtout constaté en France, grâce aux documents publiés par le ministère de l'agriculture : d'une année à l'autre les progrès sont évidents :

ANNÉES	QUANTITÉ D'ONCES MISES A L'ÉCLOSION	QUANTITÉ DE COCONS RÉCOLTÉS EN KIL.	NOMBRE DE SÉRICICULTEURS RECENSÉS
1885	256.951	6.618.167	134.265
1886	242.332	8.269.862	135.706
1887	257.700	8.575.673	1 6.388
1888	275.224	9.549.906	142.711

Cette production se répartit d'une façon fort inégale suivant les départements français : le tableau suivant montre la part de chacun d'eux en 1887 et en 1888.

	GRAINES MISES A L'ÉCLOSION onces		COCONS RÉCOLTÉS kilogrammes	
	1887	1888	1887	1888
Gard	66.814	68.996	2.409.541	2.571.633
Ardèche	57.221	69.987	1.578.367	2.070.035
Drôme	53.470	53.325	1.657.803	1.660.026
Vaucluse	36.364	38.370	1.362.960	1.460.505
Bouches-du-Rhône	6.898	8.440	234.447	319.364
Var	9.437	9.860	379.317	434.094
Isère	10.522	10.720	339.905	408.239
Hérault	3.591	3.490	138.931	167.288
Lozère	3.978	3.962	104.631	103.901
Basses-Alpes	4.850	3.608	202.519	156.190
Alpes-Maritimes	525	457	16.554	14.198
Savoie	894	1.002	39.729	41.523
Tarn	189	325	6.059	12.718
Pyrénées-orientales	306	327	15.774	17.062
Tarn-et-Garonne	416	610	12.529	27.254
Loire	238	100	6.880	5.622
Hautes-Alpes	384	380	20.781	21.928
Ain	394	394	13.488	16.357
Aveyron	276	219	13.084	8.979
Rhône	73	77	1.991	2.360
Haute-Garonne	90	143	2.186	3.498
Lot	1	6	37	280
Aude	1	2	45	125
Corse	468	544	18.083	26.727
TOTAUX	257.700	275.224	8.575.673	9.549.906

Une progression remarquable peut être constatée aussi dans l'industrie du grainage : la plus grande partie des graines mises à éclore en 1888 sont d'origine française.

RACES	GRAINES MISES A ÉCLORE	COCONS RÉCOLTÉS	RENDEMENT MOYEN
	onces	kg.	kg.
Jaune indigène.	254.568	8.844.677	34.743
Verte du Japon.	2.852	88.365	30.983
Verte de reproduction. . .	7.011	248.156	35.395
Étrangères (autres). . . .	10.793	368.708	34.161
	275.224	9.549.901	34.698

La production des semences s'accroît en outre chaque année. Elle alimente non seulement la sériciculture indigène, mais se répand en Espagne, à Brousse, en Syrie, et même en Italie. Pour l'année 1888 elle a atteint 903.374 onces, se décomposant ainsi, suivant les provenances :

Var.	658.540	onces
Basses-Alpes.	130.530	—
Corse.	53.316	—
Pyrénées-Orientales.	26.039	—
Divers départements.	34.949	—
	903.374	—

De la variation du prix des soies. — A notre époque la valeur totale et actuelle de la soie produite comme matière première dans le monde entier, est comprise d'après M. Rondot entre 600 et 700 millions de francs.

Le prix de l'unité de poids a subi de grandes variations : on constate qu'à son apparition en Europe, au IVe siècle, la grège chinoise valait environ 778 francs le kilogramme (édit de maximum de Dioclétien) : on la paye aujourd'hui de 30 à 40 francs.

De nos jours, et dans la seconde moitié de ce siècle, la valeur des soies a subi une dépréciation très grande. Un tableau dressé par M. Rondot montre toute l'importance de ce mouvement.

DÉSIGNATION	JUILLET 1868	JANVIER 1885	BAISSE
	valeur en fr.	pour 1 kg.	p. 100
ORGANSINS			
France, filature et ouvraison 2e ordre 24-26.	152,50	61,50	60
Italie, ouvr. française 2e ordre 22-24. . . .	138.50	61 »	56
TRAMES			
France, filature et ouvraison, 2e ordre 20-24.	138 »	58 »	58
Italie 2e ordre 24-26, ...	124,50	57 »	58
SOIES GRÈGES			
France, bouts noués, 2e ordre, 10-12. . . .	132,50	56 »	58
Chine, tsat-lee n° 4.	73,50	37 »	50
Japon, grappes n° 2.	103,50	39,50	62

Cette baisse a été expliquée par l'influence de causes diverses, concourant au même but : apport sur les marchés européens de grandes quantités de soies asiatiques, moindre demande des soieries.

Un tableau très complet, publié par le *Bulletin des soies et des soieries*[1], donne pour différentes qualités de soies, les valeurs comparatives au 31 décembre, de 1874 à 1888 ; nous avons relevé les chiffres correspondant aux années 1876, 1880, 1884, 1888.

PRIX DES SOIES AU 24 DÉCEMBRE (EN FRANCS PAR KILOGR.)

SORTES	1876	1880	1884	1888
ORGANSINS				
France, filature et ouvr. 1er ordre 22-28.	115-125	69-71	63-65	60-62
Piémont — — —	113-118	68-70	62-64	62-64
Italie 2e ordre 22-28.	102-110	62-64	56-58	57-59
TRAMES				
Italie, 2e ordre 26-28.	100-108	60-62	55-57	56-58
Chine ouvr. franc. 1er et 2e ordre 40-45.	76-83	51-53	45-47	49-52
GRÈGES				
Italie, 2e ordre 10-14.	100-105	55-58	50-52	48-50
Tsat-lee 4e ordre.	71-73	41-42	37-38	40-41
Kahing blanche n° 2 et 3	57-62	34-37	32-35	34-36
Japon, filature 1er ordre 10-12.. . . .	100-110	55-57	51-53	50-51
Canton, filature 2e ordre 10-12. . . .	100-110	50-51	41-42	44-45

[1] Georg, éditeur, Lyon.

CHAPITRE III

LES DÉCHETS DE SOIE

Les documents que l'on possède sur l'industrie des déchets de soie sont très peu nombreux. Relativement aux matières premières, on sait que les filatures de schappes utilisent non seulement les déchets indigènes, mais aussi les déchets asiatiques.

D'après un état des douanes maritimes chinoises, on peut juger du développement que le commerce des déchets a pris en Chine depuis une vingtaine d'années (d'après M. Rondot).

EXPORTATION DE CHINE

PÉRIODES TRIENNALES	en moyenne par an	
1864-1866	188.000	kilogrammes
1867-1869	217.000	—
1870-1872	402.000	—
1873-1875	525.000	—
1876-1878	612.000	—
1878-1881	1.310.000	—
ANNÉES		
1881	1.683.000	—
1882	1.734.000	—
1883	1.724.000	—
1884	2.127.000	—

Les exportations du Japon accusent la même progression.

EXPORTATION DU JAPON

PÉRIODES	COCONS PERCÉS		DÉCHETS	
	en moyenne par an			
1873-1876	198.000	kilogr.	249.000	kilogr.
1876-1879	183.800	—	546.500	—
1879-1882	233.700	—	1.171.400	—
1883-1884	»	—	1.452.000	—

Mais ces quantités ne représentent qu'une faible portion des déchets asiatiques : il est certes difficile d'estimer, en l'absence de statistique, la quantité de déchets produits annuellement en Asie, pouvant être utilisés par les filatures de schappes européennes.

D'après M. Rondot, l'Asie récolte environ :

250 millions de kilogr. de cocons frais, correspondant à :
75 — — de cocons secs :

Cette production doit représenter 25 millions de déchets de toute nature ; une masse considérable de déchets serait perdue, une autre partie filée à la main en Asie, le reste serait exporté en Europe et servirait à alimenter les filatures de déchets.

On conçoit qu'avec une pareille quantité de matières premières, l'industrie de la schappe puisse arriver à une grande production de filés.

D'après les dernières statistiques, la quantité de fils de déchets produits annuellement dans chaque pays serait :

PRODUCTION ANNUELLE DE FILS DE SCHAPPES

Angleterre.	800.000	kilogrammes
Suisse.	850.000	—
France.	850.000	—
Allemagne.	330.000	—
Italie.	230.000	—
Autriche.	130.000	—
États-Unis.	100.000	—
Belgique.	80.000	—
Russie.	30.000	—
TOTAL.	3.400.000	—

C'est un apport considérable qui vient s'ajouter aux 10.000.000 de kilogrammes de fils de soie consommés annuellement en Europe et en Amérique pour la production des soieries.

CHAPITRE IV

CONDITIONNEMENT DE LA SOIE

Les statistiques données par les établissements qui conditionnent la soie ont une très grande valeur : à vrai dire, elles n'indiquent pas d'une manière rigoureuse les quantités de soies produites ou consommées dans un centre déterminé : mais elles mesurent très exactement l'importance des transactions qui ont la soie pour objet.

Ainsi, un ballot de soie, vendu, acheté et revendu, passe en général deux fois au pesage ou au conditionnement. Il se trouve donc en réalité, porté deux fois sur le relevé de la condition. C'est ainsi que le mouvement des conditions européennes est de 15 millions de kilogrammes, alors que la soie consommée en Europe atteint à peu près 10 millions de kilogrammes.

Cette réserve faite sur le sens véritable à donner aux chiffres produits par les conditions, nous allons reproduire les quantités de soie pesées ou conditionnées par les différents établissements existant en Europe pendant les années 1868 et 1877.

VILLES	1868	1877
FRANCE	kilogr.	kilogr.
Amiens..	1.000	3.463
Aubenas.	429.933	194.833
Avignon.	216.668	199.733
Lyon.	3.222.806	3.323.184
Marseille.	181.805	291.540
Montélimar.	»	27.932
Nîmes.	17.901	12.176
Paris.	168.559	317.105
Privas.	77.380	63.642

VILLES	1868	1877
FRANCE	kilogr.	kilogr.
Reims.	»	»
Roubaix.	1.396	528
Saint-Étienne. . . .	555.219	777.541
Tourcoing..	»	»
Valence.	87.063	30.263
ITALIE		
Ancône..	»	11.350
Bergame.	127.425	120.035
Brescia.	»	10.141
Côme.	82.044	115.776
Florence.	37.859	35.408
Gênes.	»	11.814
Lecco.	79.695	91.725
Milan.	1.677.540	1.966.340
Pesaro.	»	4.158
Turin.	462.436	489.752
Udine.	42.644	1.005
SUISSE		
Bâle..	»	224.862
Zurich.	432.712	515.527
ALLEMAGNE		
Crefeld.	328.816	359.454
Elberfeld.	144.168	164.200
AUTRICHE		
Vienne..	158.240	102.584

Parmi ces statistiques, celles de la Condition des soies de Lyon offrent un intérêt tout particulier.

Voici les quantités de soies pesées ou conditionnées par cet établissement pendant différentes années depuis sa fondation.

ANNÉES			
1805. . . .	422.676 kil.	(soies ouvrées)	
1825. . . .	566.020	—	
1850.. . . .	2.066.662	(soies grèges	et ouvrées).
1860. . . .	2.896.483	—	—
1867. . . .	3.222.805	—	—
1877. . . .	3.399.761	—	—
1888. . . .	5.183.520	—	—

La proportion des soies étrangères augmente d'année en année.

PROPORTION DES SOIES ÉTRANGÈRES

ANNÉES	PROPORTION pour 100	ANNÉES	PROPORTION pour 100
1842.	15,44	1868.	75,66
1850.	25,64	1877.	86,05
1860.	56,10	1888.	87,30

Les tableaux de la Condition des soies portent non seulement les quantités, mais encore les provenances et la nature des soies; c'est ainsi que pour les résultats de l'année 1888, comparés à ceux de l'année précédente et de la moyenne décennale 1878-1887, nous trouvons :

I. QUANTITÉS DE SOIES CONDITIONNÉES A LYON

	1878-1887 moyenne	1887	1888
Organsins.. .	1.253.919 kil.	1.004.171 kil.	1.059.100 kil.
Trames.. . .	802.272	713.894	755.303
Grèges. . . .	2.614.960	3.026.607	3.313.613
Soies diverses.	53.535	66.101	50.289
Bobines.. . .	11.832	6.814	5.215
	4.736.518	4.817.587	5.183.520

II. PROVENANCE DES SOIES CONDITIONNÉES A LYON EN 1888

PROVENANCES	ORGANSINS		TRAMES		GRÈGES	
France. . .	k. 244.888	soit 23,12%	k. 49.359	soit 6,53%	k. 362.363	soit 10,94%
Espagne. . .	32.996	3,12	2.748	0,36	17.745	0,54
Piémont. . .	120.129	11,34	11.739	1,56	64.446	1,94
Italie. . . .	255.740	24,15	91.213	12,08	546.596	16,49
Brousse. . .	12.000	1,13	3.987	0,53	113.238	3,42
Syrie. . . .	53.401	5,04	4.173	0,55	137.660	4,15
Bengale. . .	21.697	2,05	6.899	0,91	51.130	1,54
Chine. . . .	53.790	5,08	169.122	22.39	667.341	20,14
Canton. . .	124.296	11,73	168.765	22,07	530.419	16,01
Japon. . . .	130.046	12.28	189.339	25,07	728.989	22
Tussah. . .	10.117	0,96	60.019	7,95	93.636	2,83
TOTAUX. . .	1.059.110	100	755.303	100	3.313.613	100

Si nous envisageons le mouvement de toutes les conditions des soies d'Europe pour les années 1887-1888, nous trouvons qu'elles ont mis en œuvre 16.054.205 kilogrammes se décomposant ainsi :

	1887	1883
Soies grèges.	6.853.045	8.028.273
— ouvrées. . . .	7.276.757	8.025.932
	14.129.802	16.054.205

Il peut être intéressant de comparer les chiffres de 1888 à ceux de 1887 pour les principales conditions :

	1887	1888
Lyon.	4.817.587	5.183.520
Saint-Étienne. . . .	1.043.390	1.319.518
Crefeld	467.868	581.525
Elberfeld.	258.721	296.349
Milan.	3.830.250	4.538.305
Turin.	608.025	617.839
Zurich.	1.004.790	1.152.284
Bâle.	448.663	545.162

L'examen de ces chiffres semble indiquer un progrès marqué dans la consommation de la soie en Europe.

CHAPITRE V

DES SOIERIES

Nous devons à M. Léon Permezel, fabricant de soieries à Lyon, un intéressant travail sur l'industrie des soieries[1].

L'auteur étudie, dans les différents pays, la production des

[1] Léon Permezel, fabricant de soieries, Lyon : *l'Industrie lyonnaise de la soie*, imp. Alf. L. Perrin, 1883.

étoffes de soie, au point de vue de l'origine et de l'état actuel. Les statistiques présentées par M. Permezel s'arrêtent à l'année 1881 ; nous avons pu les compléter en ce qui concerne la production française, au moyen des chiffres publiés par le *Bulletin des soies et des soieries de Lyon.*

Lyon. — On trouve à Lyon, de 1417 à 1478, trois ateliers de tissage ; en 1554, le nombre des métiers s'élève à 12.000. La nouvelle industrie se développe avec activité, lorsque la révocation de l'édit de Nantes (1685) arrête brusquement son essor. Un grand nombre d'ouvriers tisseurs émigre et va porter à l'étranger l'industrie des soieries ; à Lyon, le nombre des métiers tombe de 12.000 à 2.000.

En 1739, nous trouvons 7500 métiers, occupant 48.500 ouvriers divers.

En 1753, 10.000 métiers et 60.000 ouvriers.

En 1787, 18.000 métiers et 80.000 ouvriers.

La Révolution de 1789 remet en question l'existence de la fabrique lyonnaise. Il n'y a plus, en 1800, que 2500 métiers en activité.

Mais l'invention de Jacquard vient produire une impulsion nouvelle ; le nombre des métiers augmente chaque année. On trouve :

En 1813.	12.000	métiers
— 1819.	20.000	—
— 1827.	27.000	—
— 1837.	40.000	—
— 1848.	50.000	—

De 1815 à 1830, se place une évolution importante dans l'industrie des soieries. La soie est alliée aux autres textiles, et l'on recherche, dans les tissus, le bas prix en même temps que l'effet décoratif. L'emploi des soieries se généralise par une répercussion naturelle ; puis, les progrès de la teinture, l'adoption des métiers mécaniques permettent à la fabrication lyonnaise d'adopter de nouveaux perfectionnements et d'augmenter sa production.

En 1881, on compte d'après M. Permezel :

100.000 métiers à bras,

20.000 métiers mécaniques.

Il ne paraît pas que ce chiffre soit actuellement dépassé.

D'après l'organisation même du travail des soieries, la totalité des métiers à bras existant est beaucoup plus grande que celle des métiers employés en moyenne. C'est là un des privilèges de la fabrication lyonnaise de pouvoir, quand cela est nécessaire, augmenter beaucoup la production de certains articles.

D'après la notice annexée au *Catalogue de l'exposition collective de soies et de soieries*, organisée pour 1889 par la Chambre de commerce de Lyon, la Fabrique lyonnaise aurait occupé, en 1889, 90.000 métiers sur lesquels on compte plus de 20.000 métiers mécaniques.

Ces derniers sont installés à Lyon et dans les départements voisins. Le nombre des métiers mécaniques est exactement connu par le rôle des contributions. Voici leur répartition par département :

DÉPARTEMENTS	NOMBRE DE MÉTIERS MÉCANIQUES
Rhône	2.215
Isère[1]	9.402
Loire	3.453
Savoie	1.019
Ardèche	1.001
Drôme	620
Ain	502
Haute-Savoie	395
Haute-Loire	282
Saône-et-Loire	235
Vaucluse	105
Gard	64
Puy-de-Dôme	26
Métiers de tulles et dentelles de soie	835
TOTAL	20.154

[1] Y compris 700 à 800 métiers d'étoffe travaillant à la fois pour Saint-Étienne et pour Lyon.

Le pouvoir de production d'un métier mécanique étant, en moyenne, trois fois plus considérable que celui d'un métier à bras, on voit que l'industrie lyonnaise met en activité, chaque année, un outillage correspondant à 120 à 130.000 métiers à bras. Elle dispose, en outre, d'une réserve équivalant à 20 à 30.000 métiers à bras.

La Fabrique de Lyon consommerait chaque année, d'après la notice annexée au *Catalogue des exposants :*

2.300.000-2.400.000	kilogr. soie ouvrée.
900.000-1.000.000	— soie grège pour tissus spéciaux et étoffes teintes en pièces.
700.000-800.000	— fils de déchets de soie.

Le tiers de la soie récoltée en Europe ou exportée par les divers pays du Levant ou de l'Extrême-Orient est donc tissée par la Fabrique lyonnaise qui y ajouterait de 4 à 4.500.000 kilogrammes de fils de coton et de laine pour ses mélanges.

La production annuelle de la Fabrique lyonnaise atteint 400 millions de francs ; nous relaterons, du reste, quelques pages plus loin, les différents éléments qui constituent cette production.

Saint-Étienne. — A côté de la production lyonnaise, il faut citer celle de Saint-Étienne. Cette ville a consommé, en 1888, 200.000 kilogrammes de soie, pour une production de 92 millions de francs, formée surtout de rubans.

Allemagne. — L'industrie de la soie fut portée en Allemagne au XVIe siècle, par Weuder Legen, originaire du pays de Berge. Les ouvriers protestants venant de France, après la révocation de l'édit de Nantes, contribuèrent au développement de la fabrication des soieries.

Actuellement, le tissage de la soie est concentré dans la Prusse rhénane et le duché de Brandebourg.

Voici, à différentes époques, le nombre des métiers allemands :

1797.	2.316 métiers
1850.	34.000 —
1855.	42.000 —
1873.	68.000 —
1880-1881.	72.000 —

D'après la notice du *Catalogue des exposants lyonnais*, la fabrique de Crefeld, la plus importante de l'Allemagne, aurait occupé, en 1888.

26.496 métiers à la main.
3.810 métiers mécaniques.

La production des fabriques allemandes de soieries aurait atteint, en 1883, 225 millions de francs.

Grande-Bretagne. — C'est au XIVe siècle que John Kemp aurait organisé, en Angleterre, la fabrication des soieries. L'immigration des ouvriers français, à la fin du XVIIe siècle, donna un grand essor au tissage des soieries.

En 1824,	elle comptait	24.000	métiers
— 1829	—	50.000	—
— 1860	—	150.000	—

Mais, depuis cette époque, les tissages anglais, pourvus d'un vieil outillage, n'ont pu soutenir la lutte ouverte par le traité de 1860.

En 1872, le chiffre des métiers en activité ne comprend plus, en chiffres ronds que :

50.000 métiers à bras.
12.000 métiers mécaniques.

D'après une enquête faite en 1885, la fabrication anglaise a perdu beaucoup de son importance.

Si l'on évalue encore sa production d'étoffes et de rubans à 150 millions de francs, le chiffre des importations anglaises de soieries, venant de France, de Suisse et d'Allemagne, dépasse annuellement 260 millions.

Suisse. — Ce pays possédait :

En 1855.	25.290 métiers
— 1872.	27.000 —
— 1881.	35.000 —

D'après la *Notice*, on comptait à Zurich, en 1885 :

20.808 métiers à bras.
4.122 métiers mécaniques.

La production annuelle de la Suisse est évaluée à 80 millions de francs. Elle se compose de tissus bon marché, marcelines et failles (Zurich) et de rubans (Bâle).

Russie. — M. Permezel évalue le nombre des métiers à 20-25.000 et la production à 70 millions (en francs).

Autriche.

13.000 métiers à bras.
2.000 métiers mécaniques.

Production, 55-60 millions de francs.

États-Unis. — La fabrication américaine se développe d'année en année. Le chiffre total produit en 1881 s'est élevé à 105 millions de francs, tandis que le chiffre des importations européennes atteignait 182 millions.

Italie. — En 1872, ce pays comptait 14.000 métiers produisant 35 à 40 millions. M. Permezel estime que le chiffre de la production italienne doit être, pour l'année 1882, compris entre 40 et 45 millions.

De l'importance relative des différents genres de soieries. — Choisissant dans les chiffres que nous avons donnés, la production de Lyon et de Saint-Etienne, nous pourrons les prendre comme modèles et voir en quels éléments elles se décomposent. Nous aurons ainsi un relevé exact des genres de soieries consommés à notre époque, et de leurs quantités relatives.

Production de Lyon pour 1888.

Étoffes unies de soie ou de bourre de soie pure. .	146.750.000
— façonnées et brochées de soie pure.	836.000.000
— unies mélangées de soie, de coton, de laine. .	126.950.000
Étoffes de soies façonnées mélangées de coton, laine.	20.750.000
— mélangées d'or ou d'argent pour le Levant ou les Indes.	32.200.000
Dorures, passementerie militaire, filés en flottes. .	7.500.000
Passementerie soie, coton, laine.	6.400.000
Divers articles.	6.800.000
	383.350.000

La production de la fabrique de Saint-Étienne comprend, pour l'année 1888, les articles suivants :

RUBANS NOIRS ET COULEURS

Unis, soie pure.	51.137.000
— mélangés.	11.512.000
Façonnés, soie pure.	12.292.000
— mélangés.	4.609 000
Velours soie pure.	118.000
— mélangés.	3.282.000
Articles divers (passementerie, cravates, etc.).	9.058.000
	99.008.000

Production des soieries dans le monde. — Pour établir ce chiffre, il faudrait ajouter aux éléments que nous avons donnés, la production de la Chine, du Japon, de l'Asie-Mineure, de la Syrie et des Indes.

Malgré les difficultés que présente une pareille évaluation, la production totale des soieries dans le monde paraît devoir représenter une valeur de 1500 millions de francs.

En déduisant la Chine et le Japon, on trouve une production de 1107 millions [1], établie avec une certitude suffisante, et se décomposant ainsi :

[1] Léon Permezel, *l'Industrie lyonnaise de la soie.*

PAYS	MÉTIERS	PRODUCTION EN MILLIONS DE FRANCS
France.	140.000	395
Allemagne.	87.000	225
Grande-Bretagne.	77.000	110
États-Unis.	45.000	105
Suisse.	35.000	80
Russie.	25.000	70
Autriche.	15.000	55
Italie.	20.000	42
Espagne.	8.000	25
	452.000	1.107

Il faut donc retenir, en résumé, que la production totale actuelle des soies et des soieries dans le monde, peut se formuler ainsi :

Soie : kilogrammes 20.000.000 (environ).
Soieries : valeur en francs 1.500.000.000 (environ).

Les fabriques européennes et américaines emploieraient annuellement :

Soie : kilogrammes 10-12 millions.

pour produire,

Soieries : valeur en francs 1.100 millions (moyenne annuelle).

1 kilogramme de soie, valant de nos jours 40 à 60 francs, serait donc vendu, à l'état de soieries, 100 francs environ. La différence entre ces deux prix représente la valeur des matières autres que la soie et la rémunération des services utilisés par l'industrie des soieries.

FIN

TABLE DES MATIÈRES

Division du sujet. 5

Introduction. — *L'œuf, le ver à soie et le cocon*, 7. — I. Généralités, 7. — II. L'œuf, 11. — III. Le ver à soie, 22; Maladies du ver à soie, 38. — IV. La chrysalide, 49. — V. Le cocon, 53. — VI. Le papillon, 57; Du grainage, 61. — VII. Élevage industriel des vers à soie, 67.

PREMIÈRE PARTIE. — Les fils de soie. 81

I. *Généralités*, 81. — II. *Filature des cocons*, 83; Étude physique et chimique du cocon, 89; Dévidage des cocons, 97. — III. *Propriétés physiques et constitution chimique de la soie grège*, 121; Propriétés physiques, 121; Constitution chimique de la soie grège, 127. — IV. *Les soies sauvages*, 147. — V. *Le moulinage*, 151. — VI. *Les déchets de soie*, 162; Industrie de la schappe, 162; Matières premières, 165; Le décreusage, 172; Le peignage, 175; Filature, 178; Usages des fils de schappe, 180. — VII. *Les soies artificielles*, 183.

DEUXIÈME PARTIE. — Les soieries.. 186

I. *Généralités*, 186. — II. *Essai des soies*, 187; Conditionnement, 189. — III. *Fabrication des soieries*, 212. — IV. *Teinture de la soie*, 216; De la teinture proprement dite, 241: Teinture en pièces, 280. — V. *Le tissage*, 285. — VI. *Finissage des tissus*, 312; Impression, 312; Apprêts, 314. — VII. *Des différents genres de tissus de soie*, 322; Classification, 323; Tissus façonnés, 327. — VIII. *L'art dans l'industrie des soieries*, 329.

TROISIÈME PARTIE. — Documents statistiques sur la production des soies et des soieries. 333

I. *Généralités*, 338. — II. *Des soies*, 339. — III. *Les déchets de la soie*, 347. — IV. *Conditionnement de la soie*, 349. — V. *Des soieries*, 342.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES

LYON. — IMPRIMERIE PITRAT AINÉ, RUE GENTIL 4.

HISTOIRE DES PARFUMS

ET HYGIÈNE DE LA TOILETTE

POUDRES, VINAIGRES, DENTIFRICES, FARDS, TEINTURES, COSMÉTIQUES, ETC.

Par S. PIESSE
Chimiste-parfumeur à Londres.

Édition française.

Par F. CHARDIN-HADANCOURT et H. MASSIGNON
Parfumeurs à Paris et à Cannes.

et G. HALPHEN
Chimiste au Laboratoire du Ministère du Commerce.

1 vol. in-16, de 372 pages, avec 70 figures, cartonné. . . 4 fr.

La parfumerie à travers les siècles; histoire naturelle des parfums d'origine végétale et d'origine animale; hygiène des parfums et des cosmétiques; hygiène des cheveux et préparations épilatoires; poudres et eaux dentifrices; teintures, fards, rouges, etc.

CHIMIE DES PARFUMS

ET FABRICATION DES SAVONS

ODEURS, ESSENCES, SACHETS, EAUX AROMATIQUES, POMMADES, ETC,

Par S. PIESSE
Chimiste-parfumeur à Londres.

Édition française.

Par F. CHARDIN-HADANCOURT, H. MASSIGNON et G. HALPHEN

1 vol. in-16, de 360 pages, avec 80 figures, cartonné. . . 4 fr.

Extraction des parfums; propriétés, analyse, falsifications des essences; essences artificielles; applications de la chimie organique à la parfumerie; fabrication des savons; études des substances employées en parfumerie; formules et recettes pour essences, extraits, bouquets, eaux composées, poudres, etc.

LA FABRICATION DES LIQUEURS ET DES CONSERVES

Par J. de BREVANS
Chimiste principal au Laboratoire municipal de Paris.

1 vol. in-16, de 320 pages, avec 52 figures, cartonné. . . 4 fr.

L'alcool; la distillation des vins et des alcools d'industrie; la purification et la rectification; les liqueurs naturelles; les eaux-de-vie de vins et de fruits; le rhum et le tafia; les eaux-de-vie de grains; les liqueurs artificielles; les matières premières : les essences, les esprits aromatiques les alcoolats, les teintures, les alcoolatures, les eaux distillées, les sucs, les sirops, les matières colorantes; les liqueurs par distillation et par infusion; les liqueurs par essences; vins aromatisés et hydromels; punchs; les conserves; les fruits à l'eau-de-vie et les conserves de fruits; analyse et falsifications des alcools et des liqueurs; législation et commerce.

LES INDUSTRIES D'AMATEURS

LE PAPIER ET LA TOILE, LA TERRE, LA CIRE, LE VERRE ET LA PORCELAINE, LE BOIS, LES MÉTAUX

Par H. de GRAFFIGNY

1 vol. in-16, de 365 pages, avec 395 figures, cartonné. . . 4 fr.

Cartonnages; papiers de tenture; encadrements; masques; brochage et reliure; fleurs artificielles; aérostats; feux d'artifices : modelage; moulage; gravure sur verre; peinture de vitraux; mosaïques : menuiserie; tour; découpage du bois; marqueterie et placage : serrurerie; gravure en taille-douce; mécanique; électricité; galvanoplastie; horlogerie.

L'ART DE L'ESSAYEUR

Par A. RICHE

Directeur des essais à la Monnaie de Paris.

Et E. GÉLIS

Ingénieur des Arts et Manufactures.

1 vol. in-16, de 384 pages, avec 94 figures, cartonné. . . 4 fr.

Principales opérations : fourneaux; vases; connaissances théoriques générales; agents et réactifs; argent; or; platine; palladium; plomb; mercure; cuivre; étain; antimoine; arsenic; nickel; cobalt; zinc; aluminium; fer.

MONNAIE, MÉDAILLES ET BIJOUX

ESSAI ET CONTROLE DES OUVRAGES D'OR ET D'ARGENT

Par A. RICHE

Directeur des essais à la Monnaie de Paris.

1 vol. in-16, de 396 pages, avec 66 figures, cartonné. . . 4 fr.

La monnaie à travers les âges; les systèmes monétaires : l'or et l'argent; extraction; affinage; fabrication des monnaies; la fausse monnaie; les médailles et les bijoux jusqu'à la fin du XVIIIe siècle et sous le régime actuel; la garantie et le contrôle en France et à l'étranger.

L'ÉLECTRICITÉ A LA MAISON

Par Julien LEFÈVRE

Professeur à l'École des sciences de Nantes.

1 vol. in-16, de 396 pages, avec 209 figures, cartonné. . . 4 fr.

Production de l'électricité; piles; accumulateurs; machines dynamos; lampes à incandescence; régulateurs; bougies; allumoirs; sonneries; avertisseurs automatiques; horlogeries; réveille-matin; compteurs d'électricité; téléphones et microphones; moteurs; locomotion électrique; bijoux; récréations électriques; paratonnerres.

ENVOI FRANCO CONTRE UN MANDAT SUR LA POSTE

L'AMATEUR D'INSECTES

CARACTÈRES ET MŒURS DES INSECTES

CHASSE, PRÉPARATION ET CONSERVATION DES COLLECTIONS

Par Ph. MONTILLOT

Membre de la Société entomologique de France

1 vol. in-16, de 350 pages, avec 100 figures, cartonné.. . 4 fr.

Organisation des insectes; histoire, distribution géographique et classification des insectes; chasse et récolte des insectes; ustensiles, pièges et procédés de capture; description, mœurs et habitat des Coléoptères, des Orthoptères, des Névroptères; des Hyménoptères, des Lépidoptères, des Hémiptères, des Diptères; les collections : rangement et conservation.

LA PISCICULTURE EN EAUX DOUCES

Par A. GOBIN

Professeur départemental d'agriculture du Jura.

1 vol. in-16, de 360 pages, avec 93 figures, cartonné. . . 4 fr.

Les eaux douces; les poissons; la production naturelle; les procédés de la pisciculture; l'exploitation des lacs; les eaux saumâtres; acclimatation des poissons de mer en eaux douces et inversement; faunule des poissons d'eau douce de la France.

M. A. Gobin a réuni toutes les notions indispensables à ceux qui veulent s'initier à la pratique de cette industrie renaissante de la pisciculture il étudie successivement les poissons au point de vue d'une anatomie et d'une physiologie sommaire, mais suffisante ; puis il passe en revue les milieux dans lesquels les poissons doivent vivre, c'est-à-dire l'eau en général et les eaux en particulier. De bons chapitres sont consacrés aux ennemis et aux parasites des poissons, à leurs aliments végétaux et animaux, à leurs mœurs, aux circonstances de leur reproduction, aux modifications de milieux qu'ils peuvent physiologiquement supporter pour une reproduction plus économique, etc. (*Revue scientifique*, 19 août 1889).

GUIDE PRATIQUE DE L'ÉLEVAGE DU CHEVAL

Par L. RÉLIER

Vétérinaire principal au Haras national de Pompadour.

1 vol. in-16, de 388 pages, avec 128 figures, cartonné. . . 4 fr.

Organisation et fonctions, extérieur (régions, aplombs, proportions, mouvements, allures, âge, robes, signalements, examen du cheval en vente); hygiène (différences individuelles, agents hygiéniques, maréchalerie); reproduction et élevage (art des accouplements).

M. Relier a résumé, sous une forme très concise et très claire, toutes les connaissances indispensables à l'homme de cheval. Ce livre est destiné aux propriétaires, cultivateurs, fermiers, ainsi qu'aux palefreniers des haras, qui y trouveront les renseignements dont ils ont sans cesse besoin pour l'accomplissement de leur tâche. (*La France chevaline*, 4 mai 1889).

ENVOI FRANCO CONTRE UN MANDAT SUR LA POSTE.

LE PETIT JARDIN

Par D. BOIS

Aide-naturaliste de la chaire de culture au Muséum.

1 vol. in-16, de 352 pages, avec 149 figures, cartonné. . . 4 fr.

Création et entretien du petit jardin; les instruments; le sol; les engrais; l'eau; la multiplication; les semis; le greffage; le bouturage; la taille des arbres; le jardin d'agrément; le jardin fruitier; le jardin potager; les travaux mois par mois; les maladies des plantes et les animaux nuisibles.

LES PLANTES D'APPARTEMENT

Par D. BOIS

1 vol. in-16, de 360 pages, avec 150 figures, cartonné. . 4 fr.

Les palmiers, les fougères, les orchidées, les plantes aquatiques; les corbeilles et les bouquets; les plantes de fenêtres; le jardin d'hiver; culture en pots; conservation des plantes en hiver; choix des plantes et arbrisseaux d'ornement suivant leur destination, etc.

LES ARBRES FRUITIERS

Par G. BELLAIR

Professeur à la Société d'horticulture.

1 vol. in-16, de 360 pages, avec 100 figures, cartonné.. . 4 fr.

Le matériel et les procédés de culture; les cultures spéciales; la vigne; le poirier, le pommier, le pêcher, le prunier, le cerisier, etc.; restauration des arbres fruitiers; conservation des fruits.

LES MALADIES DE LA VIGNE

ET LES MEILLEURS CÉPAGES FRANÇAIS ET AMÉRICAINS

Par J. BEL

1 vol. in-16, avec 50 figures, cartonné. . . . . 4 fr.

Ce petit volume sera certainement consulté avec profit par de nombreux lecteurs, qu'intéressent plus ou moins directement les questions se rapportant à la viticulture. A côté des études personnelles de l'auteur, ils y trouveront des remarques importantes dues à des savants très compétents, les résultats obtenus dans les écoles départementales de viticulture, ainsi que ceux des essais faits chez les viticulteurs les plus éminents du midi de la France. Ajoutons que cet ouvrage, très substantiel, contient de nombreuses figures représentant l'aspect des principales maladies de la vigne et les principaux cépages, ces dernières, fort intéressantes, sont la reproduction exacte de photographies. (*Revue scientifique*, 2 décembre 1889).

LES ANIMAUX DE LA FERME

Par E. GUYOT

Agronome éleveur,

1 vol. in-16, de 344 pages, avec 146 figures, cartonné.. . 4 fr.

Anatomie, physiologie et fonctions des animaux domestiques; utilisation; valeur économique; le cheval, le bœuf, le mouton, le porc; races, alimentation, reproduction, amélioration, maladies, logements; le chien et le chat; poules, dindons, pigeons, canards, oies, lapins, abeilles.

Le but de ce livre est de rendre service aux praticiens qui ne peuvent se livrer à de longues recherches faute de temps et de livres et qui veulent trouver réunis et condensés tous les fais dont ils ont besoin. (*Journal d'agriculture*, 10 décembre 1889)

Résumer tout ce que l'on sait sur nos différentes espèces d'animaux domestiques et leurs nombreuses races, sur leur anatomie, leur physiologie, leur hygiène, leurs maladies, etc., était une œuvre difficile; aussi le livre pourra-t-il être très utilement placé dans les bibliothèques rurales. (*L'Éleveur*, 15 décembre 1889)

CONSTRUCTIONS AGRICOLES

ET ARCHITECTURE RURALE

Par J. BUCHARD

Ingénieur agronome

1 vol. in-16, de 392 pages, avec 143 figures, cartonné. . . 4 fr.

Matériaux de construction; préparation et emploi; maisons d'habitation; hygiène rurale, étables, écuries, bergeries, porcheries, basses-cours, granges, magasins à grains et à fourrages, laiteries, cuveries, pressoirs, magnaneries, fontaines, abreuvoirs, citernes, pompes hydrauliques agricoles; drainage; disposition générale des bâtiments, alignements, mitoyenneté et servitudes; devis et prix de revient.

L'INDUSTRIE LAITIÈRE

LE LAIT, LE BEURRE ET LE FROMAGE

Par E. FERVILLE

Chimiste agronome

1 vol. in-16, de 384 pages, avec 87 figures, cartonné. . . 4 fr.

Le lait; essayage; vente; lait condensé; le beurre; la crème; système Swartz, écrémeuses centrifuges; barattage; délaitage mécanique; margarine; fromages frais et affinés, fromages pressés et cuits; construction des laiteries; comptabilité; enseignement.

ENVOI FRANCO CONTRE UN MANDAT SUR LA POSTE

NOUVELLE MÉDECINE DES FAMILLES

A LA VILLE ET A LA CAMPAGNE

A L'USAGE DES FAMILLES, DES MAISONS D'ÉDUCATION, DES ÉCOLES COMMUNALES, DES CURÉS, DES SŒURS HOSPITALIÈRES, DES DAMES DE CHARITÉ ET DE TOUTES LES PERSONNES BIENFAISANTES QUI SE DÉVOUENT AU SOULAGEMENT DES MALADES

Par le docteur A.-C. de SAINT-VINCENT

Neuvième édition, revue et corrigée.

1 vol. in-16, de 448 pages, avec 142 figures, cartonné. . 4 fr.

Remèdes sous la main; premiers soins avant l'arrivée du médecin et du chirurgien ; art de soigner les malades et les convalescents.

Ce livre est le résultat d'une pratique de quinze ans à la campagne et à la ville. En le rédigeant, l'auteur a eu pour but de mettre entre les mains des personnes bienfaisantes qui se dévouent au soulagement de nos misères physiques, qui vivent souvent loin d'un médecin ou d'un pharmacien, et qui sont appelées non pas seulement à donner des consolations, mais encore des conseils, un ouvrage tout à fait élémentaire et pratique, un guide sûr pour les soins à donner aux malades et aux convalescents

A la ville comme à la campagne, on n'a pas toujours le médecin près de soi, ou au moins aussitôt qu'on le désirerait; souvent même on néglige de recourir à ses soins pour une simple indisposition, dans les premiers jours d'une maladie. Pour obvier à ces inconvénients, l'auteur a donné la description des maladies communes ; il en a fait connaître les symptômes et les a fait suivre du traitement approprié, éloignant avec soin les formules compliquées dont les médecins seuls connaissent l'application.

PREMIERS SECOURS

EN CAS D'ACCIDENTS ET D'INDISPOSITIONS SUBITES

PAR LES DOCTEURS

E. FERRAND et **A. DELPECH**

Ancien interne des Hôpitaux de Paris. Membre de l'Académie de médecine.

Troisième édition.

1 vol. in-16, de 342 pages, avec 86 figures, cartonné. . . 4 fr.

Les empoisonnés, les noyés, les asphyxiés, les blessés de la rue, de l'usine et de l'atelier; les maladies à invasion subite; les premiers symptômes de maladies contagieuses.

LA PRATIQUE DE L'HOMÉOPATHIE SIMPLIFIÉE

Par A. ESPANET

Troisième édition.

1 vol. in-16, de 440 pages, cartonné. . . . . 4 fr.

Signes et nature des maladies; traitement homéopathique; prophylaxie; mode d'administration des médicaments; soins aux malades et aux convalescents.

ENVOI FRANCO CONTRE UN MANDAT SUR LA POSTE

CONSEILS AUX MÈRES

SUR LA MANIÈRE D'ÉLEVER LES ENFANTS NOUVEAU-NÉS

Par le docteur A. DONNÉ

Septième édition.

1 vol. in-16, de 378 pages, cartonné.. . . . . 4 fr.

Hygiène de la mère pendant la grossesse; allaitement maternel; nourrices; biberons; sevrage; régime alimentaire; vêtements; sommeil; dentition; séjour à la campagne; accidents et maladies; développement intellectuel et moral.

PHYSIOLOGIE ET HYGIÈNE

DES ÉCOLES, DES COLLÈGES ET DES FAMILLES

Par le professeur J.-C. DALTON

1 vol. in-16, de 534 pages, avec 68 figures, cartonné. . . 4 fr.

Structure et mécanisme de la machine animale; les aliments et la digestion; la respiration; le sang et la circulation; le système nerveux et les organes des sens; le développement de l'enfance.

LA GYMNASTIQUE ET LES EXERCICES PHYSIQUES

Par le docteur LEBLOND

Préface par le docteur H. BOUVIER

Membre de l'Académie de médecine et de la Commission de gymnastique au Ministère de l'instruction publique.

1 vol. in-16 de 492 pages, avec 80 figures, cartonné. . . 4 fr.

Marche; course; danse; natation; escrime, équitation; chasse; massage; exercices gymnastiques; applications au développement des forces, à la conservation de la santé et au traitement des maladies.

L'ART DE PROLONGER LA VIE

Par le docteur HUFELAND

1 vol. in 16 de 660 pages. . . . . 4 fr.

Durée de la vie humaine. Causes qui abrègent la vie : éducation, excès, maladies, air vicié, affections et passions, imagination, poisons et virus, etc. Moyens de prolonger la vie : hérédité, éducation, amour, mariage, sommeil, exercice, vie à la campagne, voyages, propreté, bon régime, calme de l'esprit, jouissances intellectuelles et sensuelles, etc.

ENVOI FRANCO CONTRE UN MANDAT SUR LA POSTE

PHYSIQUE

LE MICROSCOPE

ET SES APPLICATIONS A L'ETUDE DES ANIMAUX ET DES VÉGÉTAUX

Par Ed. COUVREUR

Chef des Travaux de physiologie à la Faculté des Sciences de Lyon.

1 vol. in-16, avec 112 figures. . . . . 3 fr. 50

LA LUMIÈRE ET LES COULEURS

AU POINT DE VUE PHYSIOLOGIQUE

Par Aug. CHARPENTIER

Professeur à la Faculté de Nancy.

1 vol. in-16, avec 22 figures. . . . . 3 fr. 50

LES ANOMALIES DE LA VISION

Par IMBERT

Professeur à la Faculté de Montpellier

Introduction par **E. JAVAL**, membre de l'Académie de médecine.

1 vol. in-16 de 363 pages, avec 48 figures. . . . . . 3 fr. 50

LES COULEURS

AU POINT DE VUE PHYSIQUE, PHYSIOLOGIQUE, ARTISTIQUE ET INDUSTRIEL

Par E. BRUCKE

Professeur à l'Université de Vienne.

1 vol. gr. in-8 de 344 pages, avec 46 figures. . . . 3 fr. 50

ART MILITAIRE

L'ARTILLERIE ACTUELLE

EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER,

CANONS, FUSILS, POUDRES ET PROJECTILES

Par le Colonel GUN

1 vol. in-16, avec 96 figures. . . . . 3 fr. 50

L'ÉLECTRICITÉ

APPLIQUÉE A L'ART MILITAIRE

Par le Colonel GUN

1 vol. in-16, avec figures. . . . . 3 fr. 50

ENVOI FRANCO CONTRE UN MANDAT SUR LA POSTE

INDUSTRIE

LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE

GÉNÉRATEURS, FOYERS, DISTRIBUTION, APPLICATIONS

Par L. MONTILLOT

Directeur de télégraphie militaire.

1 vol. in-16 de 406 pages, avec 190 figures. . . . . 3 fr. 50

LA PHOTOGRAPHIE

ET SES APPLICATIONS AUX SCIENCES, AUX ARTS ET A L'INDUSTRIE

Par Julien LEFÈVRE

Professeur à l'École des sciences

1 vol in-16, avec 93 figures et 3 photographies. . . 3 fr. 50

LA GALVANOPLASTIE

LE NICKELAGE, LA DORURE, L'ARGENTURE
ET L'ELECTRO-MÉTALLURGIE

Par E. BOUANT

Agrégé des sciences physiques

1 vol. in-16, avec 34 figures. . . . . 3 fr. 50

LA NAVIGATION AÉRIENNE

ET LES BALLONS DIRIGEABLES

Par H. de GRAFFIGNY

1 vol. in-16 de 344 pages, avec 43 figures. . . . . 3 fr. 50

LA TÉLÉGRAPHIE ACTUELLE

EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

LIGNES, RÉSEAUX, APPAREILS, TÉLÉPHONES

Par L. MONTILLOT

Directeur de télégraphie militaire.

1 vol. in-16 de 334 pages, avec 131 figures. . . . . 3 fr. 50

LA COLORATION DES VINS

PAR LES COULEURS DE LA HOUILLE

Par P CAZENEUVE
Professeur à la Faculté de Lyon

1 vol. in 16 de 300 p. avec une pl. (*Bibl. scient. contemp.*). 3 fr. 50

Pendant ces dernières années, la coloration des vins a pris un développement tel que la question s'est posée alarmante devant l'hygiène et la chimie.

Les colorants sont-ils toxiques ? Sont-ils nuisibles ? Quelles sont les méthodes sûres pour les retrouver dans les vins ? On peut aujourd'hui résoudre.

M. Cazeneuve a résolu ces questions.

Certains esprits chagrins prétendront que ce livre sera aussi utile aux falsificateurs qu'aux chimistes. Tel colorant se découvre, dit le falsificateur, cherchons-en un autre, cherchons-en un qui échappe cette fois aux réactifs connus.

L'auteur a la ferme confiance que, si la chimie fournit des éléments à la falsification, elle donnera toujours en revanche, au chercheur infatigable, des armes pour la combattre.

LA SOPHISTICATION DES VINS

MÉTHODES GÉNÉRALES D'ANALYSE

ET PROCÉDÉS POUR RECONNAITRE LES FRAUDES

Par Armand GAUTIER
Professeur de la Faculté de Médecine de Paris

TROISIÈME ÉDITION ENTIÈREMENT REFONDUE

1 vol. in-18 jésus, 300 pages avec 1 planche coloriée comprenant 53 tons de vins naturels ou colorés artificiellement. . . . 4 fr. 50

Grâce au livre de M. le Dr Gautier, il sera possible aux viticulteurs, aux négociants en vins, et aux experts chimistes de posséder, pour la fabrication et la manipulation des vins, l'achat et la vente, les expertises, etc., les renseignements précis qui leur faisaient défaut. Nous pensons donc qu'il rendra de réels services aux intéressés, acheteurs ou vendeurs, aussi bien qu'au grand public. N'oublions pas, en effet, qu'il s'agit là d'une matière de consommation courante que l'on peut considérer comme le premier de nos aliments, après le pain et la viande, et qui représente, dans le commerce de la France, une valeur annuelle de plus d'un million.

ENVOI FRANCO CONTRE UN MANDAT SUR LA POSTE

LES MERVEILLES DE LA NATURE

L'HOMME ET LES ANIMAUX

Par A.-E. BREHM

DESCRIPTION POPULAIRE DES RACES HUMAINES ET DU RÈGNE ANIMAL
CARACTÈRES, MŒURS, INSTINCTS, HABITUDES ET RÉGIME
CHASSES, COMBATS, CAPTIVITÉ, DOMESTICITÉ, ACCLIMATATION, USAGE ET PRODUITS

10 volumes grand in-8 de chacun 800 pages, avec environ **6.000** *figures intercalées dans le texte et 176 planches tirées hors texte sur papier teinté.. . . . .* **110** *fr.*

Chaque volume se vend séparément

Broché. 11 fr.
Relié en demi-chagrin, plats toile, tranches dorées. . . 16 fr.

LES RACES HUMAINES

ÉDITION FRANÇAISE PAR R. VERNEAU

1 vol. gr. in-8, avec 500 figures . . . . 11 fr.

LES MAMMIFÈRES

ÉDITION FRANÇAISE PAR Z. GERBE

2 vol. gr. in-8, avec 770 figures et 40 planches. . . . 22 fr.

LES OISEAUX

ÉDITION FRANÇAISE PAR Z. GERBE

2 vol. gr. in-8, avec 500 figures et 40 planches. . . . 22 fr.

LES REPTILES ET LES BATRACIENS

ÉDITION FRANÇAISE PAR E. SAUVAGE

1 vol. gr. in-8, avec 600 figures et 20 planches. . . . 11 fr.

LES POISSONS ET LES CRUSTACÉS

ÉDITION FRANÇAISE, PAR E. SAUVAGE ET J. KUNCKEL D'HERCULAIS

1 vol. gr. in-8 de 750 p. avec 524 figures et 20 planches. 11 fr.

LES INSECTES

LES MYRIAPODES, LES ARACHNIDES
ÉDITION FRANÇAISE PAR J. KUNCKEL D'HERCULAIS

2 vol. gr. in-8, avec 2060 figures et 36 planches. . . . 22 fr.

LES VERS, LES MOLLUSQUES

LES ÉCHINODERMES, LES ZOOPHYTES, LES PROTOZOAIRES
ET LES ANIMAUX DES GRANDES PROFONDEURS
ÉDITION FRANÇAISE PAR A.-T. DE ROCHEBRUNE

1 vol. gr. in-8, avec 1200 figures et 20 planches. . . . 11 fr.

ENVOI FRANCO CONTRE UN MANDAT SUR LA POSTE

G. DALLET

LE MONDE VU PAR LES SAVANTS

DU XIXe SIÈCLE

Illustré de 800 figures

Un splendide volume de 1100 pages gr. in-8 à deux colonnes

Broché, sous couverture artistique. . . . . 18 fr.

Cartonné, tranches dorées. . . . . 22 fr.

Au moment où la France vient de célébrer les merveilleux progrès de son industrie, il serait injuste de ne pas associer à ce triomphe des ingénieurs et des industriels les savants illustres aux travaux desquels nous devons les conquêtes innombrables que la science a réalisées pendant le siècle qui s'achève, et qui est vraiment le *siècle de la science.*

Le monde que nous habitons offre à nos yeux un merveilleux spectacle; de jour en jour plus étudié et mieux connu, il se présente à nous avec ses tableaux variés qui provoquent notre admiration et dont les savants modernes ont surpris les secrets jusqu'alors impénétrables, grâce aux admirables instruments de travail qui ont décuplé leur puissance d'investigation.

Nous avons pensé qu'il fallait donner la parole aux maîtres eux-mêmes et les laisser exposer leurs découvertes dans ce magnifique langage qui leur est propre et qui porte avec lui le cachet de leur puissante individualité en même temps que de leur lumineuse et persuasive conviction.

Le Monde vu par les savants s'adresse à tous ceux, petits ou grands, qui sont curieux des choses de la nature, qui cherchent dans les lectures sérieuses des joies douces et des émotions vraies, à ceux qui ne possèdent sur l'histoire de notre globe aucune notion positive; il apportera profit et plaisir, une instruction amusante et un amusement instructif; il exercera l'active curiosité de l'enfance; il sera un sujet de méditations pour l'âge mûr; mis à la portée de tous, il répandra partout, au foyer de la famille, les salutaires leçons de la science.

Les figures, semées à profusion et, pour ainsi dire, à chaque page, sont dues à nos meilleurs artistes; elles sont le commentaire vivant de ces tableaux qui se déroulent devant le lecteur.

Cette encyclopépie, où le vrai luxe de l'exécution est uni à un bon marché inusité, constitue à la fois un riche album et un livre intéressant, qui parle à la fois à l'esprit et aux yeux, assez sérieux pour instruire, assez original pour charmer.

LYON. — IMP. PITRAT AINÉ.

BIBLIOTHÈQUE DES CONNAISSANCES UTILES

NOUVELLE COLLECTION DE VOLUMES IN-16

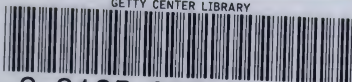
... ILLUSTRÉS DE FIGURES ET CARTONNÉS

ut de ... fi- ca ... ts, l'...

... nt q ... du b ... ts le ... r, c ... e, h

... il- l ... é- r

..., la ... par ... fr. ... or- ... ion ... vec ... fr. ... -16, ... fr. ... eur ... fr. ... à la ... fr. ... ou- ... fig. ... 4 fr. ... l'As- ... res. ... 4 fr. ... 4 fr.


GETTY CENTER LIBRARY
3 3125 00062 2106